

鼠類と肺吸虫の宿主寄生体関係 に関する生物学的研究

橋 口 義 久

(教育学部生物学教室)

Biological studies on the host-parasite relationships between the lung flukes, *Paragonimus* spp., and some murine mammals

Yoshihisa HASHIGUCHI

Biological Laboratory, Faculty of Education

Abstract

Host-parasite relationships between the lung flukes, *Paragonimus ohirai* and *P. miyazakii*, and some murine mammals were investigated from the following point of view.

Multiple numbers of metacercariae of *P. ohirai* or *P. miyazakii* were fed orally to several species of mammals including wild species, respectively (multiple-worm infection *per os*). Based upon the results obtained, the susceptibilities of hosts to the parasites were confirmed; besides the taxonomical and ecological standpoints on the murine mammals used were briefly discussed from the point of view of host-parasite relationships.

In the infections *per os* of albino rats with both *P. ohirai* and *P. miyazakii*, it is well known that most of the worms migrate into the liver of hosts before they reach the lungs. But it has been obscure why the worm migrates into the liver, and whether or not the worm can mature without migration into the liver. These liver specificity (organ specificity) in a definitive host varies according to the species of flukes and/or definitive hosts. The present experiment was designed to know whether *P. ohirai* and *P. miyazakii* can mature or not without migration into the liver of hosts. The metacercariae of each species of *Paragonimus* were artificially introduced into the pleural cavities of albino rats and mice, respectively (artificial introductions of metacercariae).

In order to secure the self-insemination and/or cross-insemination between *P. ohirai* and *P. miyazakii*, single-worm infections *per os* and mixed infections with *P. ohirai* and *P. miyazakii* were employed.

Metacercariae of *P. ohirai* used in the present experiment were dissected from the naturally infected sesamid crabs, *Sesarma (Holometopus) dehaani* H. Milne-Edwards collected from Maruyama River, Hyogo Prefecture, and *P. miyazakii* metacercariae were obtained from the potamonid crabs, *Potamon (Geothelphusa) dehaani* (White) from a small stream near Iwakuni City, Yamaguchi Prefecture and Iyomishima City, Ehime Prefecture, Japan.

Of the hosts used in this study, *Eothenomys smithii* (Thomas), *Apodemus argenteus* Temminck et Schlegel, *A. speciosus* (Temminck et Schlegel), *Rattus rattus* (Linnaeus) and *R. norvegicus norvegicus* (Berkenhout) were live-trapped in Fukuoka, Ehime and Kochi Prefectures, Japan. These wild trapped hosts were held in the laboratory for periods in excess of two weeks and the feces checked periodically to verify that natural infections of lung flukes were not present. Unless noted elsewhere, all animals used in infections were adults. Other experimental hosts, viz., *Mesocricetus auratus* (Waterhouse), *Mus musculus wagneri* var. *albus* Kishida, *R. norvegicus albinus* (Hatai) and *Cavia cobaya* Schreber were supplied from Experimental Animal Institute of Kyushu University, Biological Laboratory of Faculty of Education of Kochi University, Japan and commercial sources. They were mainly fed with a commercially prepared diet and water was provided *ad libitum*.

In the cases of multiple-worm infections *per os*, single-worm infections *per os* and mixed infections *per os* with *P. ohirai* and *P. miyazakii*, the metacercariae dissected were put into the esophagus of each host under ether narcosis by an injection syringe with a slender vinyle tube. Thereafter the animals were killed with ether and inspected for the worms, lung cysts and hemorrhages. In the artificial introductions, the metacercariae dissected were introduced into the pleural cavity of each host under ether narcosis by the syringe mentioned above. In this case, to facilitate examination each of the hosts received an intravenous injection of 10 to 15 ml of 0.3% Evans-blue solution per kg body weight 15 minutes before autopsy. The Evans-blue techniques were also employed in single-worm infections of albino rats with *P. ohirai* to search for migrating worms.

The worms recovered were fixed in 70% alcohol, stained with carmine and mounted in balsam. Morphological observations were made on these stained and mounted worms. The results obtained were summarized as follows:

1) *P. ohirai* developed to maturity in all of the hosts used, but in *Cavia cobaya* the time required for *P. ohirai* to reach maturity was significantly prolonged until 94 days after infections; it was before and/or after 30 days in the other hosts.

2) Of the hosts used, the lung cyst formation with *P. ohirai* was induced only in the animals belonging to the genus *Rattus*. The worms recovered from the other hosts were found freely in their pleural cavities without cysts, furthermore in this case the dead individuals of hosts probably caused by *P. ohirai* infections were recognized during the observation.

3) While, *P. miyazakii* matured in *R. rattus*, *R. norvegicus norvegicus*, *R. norvegicus albinus* and *C. cobaya*; the lung cyst formation was induced in the first three forms of the genus *Rattus* as well as *P. ohirai* infections. Of the animals used in the multiple-worm infections *per os* with *P. miyazakii* metacercariae, *Mc. auratus*, *Mus musculus wagneri* var. *albula* and *C. cobaya* had a tendency to die in the early periods of infections, but *C. cobaya* died from some unknown causes. In *Mus musculus wagneri* var. *albula* the growth of *P. miyazakii* was significantly restrained throughout the experiment, remaining in smaller size until 65 days after infections *per os*. Only one host was completely refractory to infection, the field mouse, *A. speciosus*.

4) In the case of *P. ohirai* infections, higher infection rates of hosts and recovery rates of worms were obtained in most of the murine mammals used. These facts suggest that the experimental hosts have a high susceptibility for *P. ohirai*.

5) From the results in the multiple-worm infections *per os*, the animals of the genus *Rattus* presumed to be more susceptible for the lung flukes as compared with the others. Although *P. ohirai* infected and matured in all of the hosts used, the animals other than *Rattus* tended to die of *P. ohirai* infections; therefore these hosts were considered to be unsuitable for the parasite species.

6) Taxonomical and ecological problems in rodents were discussed from the host-parasite relationships between *P. ohirai* and murine mammals used. Hitherto, *Mc. auratus* has been belonging to the subfamily Cricetinae of family Muridae. But Simpson (1945) tried to divide the family Muridae into two families, Cricetidae and Muridae. On the contrary, Ellerman and Morrison-Scott (1951) supported the past classification in rodents. The results obtained from the multiple-worm infections *per os* of *Mc. auratus* mostly agreed with those in the other mammals such as *E. smithii* of Microtinae and *A. argenteus*, *A. speciosus* and *Mus musculus wagneri* var. *albula* of Murinae, both subfamilies belonging to Muridae in a narrow sense. Thus, these relations between *P. ohirai* and *Mc. auratus* seemed to agree with the opinion of Ellerman and Morrison-Scott (1951). The maturity of *P. ohirai* in *C. cobaya* was markedly prolonged, while it was normal in the other murine mammals. These differences might have been caused by the nature of hosts in taxonomical differences; *C. cobaya* belongs to the suborder Hystricomorpha, others Myomorpha.

7) There is a close connection between the susceptibility of mammals to the parasite and the ecological factors of them such as habitats and food habits. From the results obtained, it was presumed that *A. speciosus* and *R. rattus* which are not recorded as natural host up to date have a possibility of infections with *P. ohirai* under the natural condition. Although *P. ohirai* also matured in *E. smithii* which is belonging to Microtinae as well as

Microtus montebelli (Milne-Edwards), natural host of *P. ohirai*, the animal seems to have no chance to contact with the second intermediate hosts of *P. ohirai*, sesarmid crabs. Any rodent animals have never been recorded as natural hosts for *P. miyazakii*. In the present experiment this fluke reached to maturity in *A. argenteus*, *R. rattus* and *R. norvegicus norvegicus*; therefore these murine mammals might serve as definitive hosts under the natural condition.

8) *P. ohirai* metacercariae artificially introduced into the pleural cavities of *R. norvegicus albinus* and *Mus musculus wagneri* var. *albula*, easily excysted and infected to the hosts as compared with *P. miyazakii* metacercariae in the similar experiment.

9) Most of *P. ohirai* introduced developed to maturity without migration into liver of hosts. In the case of artificial introduction of the metacercariae into *R. norvegicus albinus*, the lung cyst formation was first induced in the lungs of hosts 17 days of introduction and the eggs in uteri of the worms were recognized on day 25. On the other hand, in *Mus musculus wagneri* var. *albula* introduced with *P. ohirai* metacercariae the worms were found freely in the pleural cavities of hosts without cysts; uterine eggs appeared on day 31 after introduction.

10) *P. miyazakii* metacercariae introduced also excysted in the pleural cavity of *R. norvegicus albinus*, but most migrated, in six to 25 days, into the liver or muscles underlying the peritoneal lining. These worms then returned to the pleural cavity and induced lung cyst formation in the host 35 days and produced eggs in the uteri of worms 55 days of introduction.

11) In *Mus musculus wagneri* var. *albula*, the migration of *P. miyazakii* had a tendency to mostly agree with the results in *R. norvegicus albinus*, but the ratio of the worms migrated into the liver and peritoneal cavity per worms recovered was lower than in *R. norvegicus albinus*, and the growth of the worms was significantly restrained.

12) The results mentioned above suggest that *P. miyazakii* has a higher susceptibility to the liver of hosts than *P. ohirai* to attain maturity.

13) Even though the worms in single-worm infections developed to maturity in the pleural cavity of *R. norvegicus albinus*, no cysts in the lungs of hosts were found in *P. ohirai* or *P. miyazakii* infections *per os*.

14) Migration and growth of *P. ohirai* in single-worm infections mostly agreed with those in multiple-worm infections except the lung cyst formation.

15) In single-worm infections with *P. ohirai*, the miracidial formations in eggs were scarcely found, showing the rate of zero to 4.40%; while 55.23 to 93.33% in multiple-worm infections. This fact suggests that reproduction of *P. ohirai* is mainly performed by cross-insemination but not self-insemination.

16) In the mixed infection with *P. ohirai* and *P. miyazakii*, a single metacercaria of each species was simultaneously fed orally to *R. norvegicus albinus*. Typical lung cysts with both species were recognized in the host, but *P. ohirai* had a tendency to free from the cysts after the formation.

17) While, in the mixed infections with *P. ohirai* and *P. westermani*, any lung cysts had never been found in dogs. In this case *P. ohirai* reached to maturity in the pleural cavity of hosts but *P. westermani* remained immature on day 94 after infection.

18) Based upon the information reported hitherto and upon the results obtained in the present studies, the specific differences between *P. ohirai* and *P. miyazakii* were discussed from the point of view of the host-parasite relationships. Both species showed the significant differences in the affinities to the liver of rodent host; *P. ohirai* having brackish water intermediate hosts but *P. miyazakii* fresh water ones. Several investigators have been insisted that both *P. sadoensis* and *P. iloktsuenensis* are familiar to *P. ohirai* in the morphological point of view. In this connection, the first species has the fresh water intermediate hosts and the second one has both the fresh and/or brackish water intermediate hosts. Therefore, these species are ecologically different from *P. ohirai*. From the facts mentioned above and the knowledge reported on the snails and crabs, the first and second intermediate hosts of the lung flukes, *Paragonimus* spp., the ancestral forms of the flukes seem to be the species having brackish water intermediate hosts. But more informations on the interspecific relations in the genus *Paragonimus* are needed to discuss these problems.

I. 緒 言

肺吸虫を含む扁形動物門 Plathelminthes には渦虫綱 Turbellaria, 吸虫綱 Trematoda および条虫綱 Cestoda の3綱が属している。これらのうち後2者のものは、いずれも他の動物に内部寄生または外部寄生して生活を営み、人体をはじめ家畜その他の動物に多くの病害を及ぼすことが知られている。近年、寄生性動物のうち医学上ならびに獣医学上、重要な種についての研究は大いに進展した。なかでも予防や治療面においては多くの成果がみられたが、その生活史をはじめ生物学的知見については、なお未知な問題が多く残されている。これは、寄生性動物についての研究が不十分なことに帰因しているのは勿論であるが、その生活が世代の交番を伴う複雑な発育史を特徴とすることにもよる。二世目 Digenea に属している肺吸虫属 *Paragonimus* のものでは、そのミラシジウムは貝体内に侵入してスポロシストとなり、ついで第1代レジア、第2代レジア、さらにセルカリアというように幼生生殖を営み、セルカリアはカニ体内に侵入してメタセルカリアになったのち、哺乳動物体内で成虫に達する。このように二世目の吸虫類は同一種においても、その幼虫時代の形態がいろいろ変化する。また、吸虫類はこの間に第1代、第2代、第3代あるいは第4代宿主というように発育の途上でその宿主をつぎつぎに変え、単為生殖を行なうこともある。このため、その生活史は極めて複雑で、分類学上もまだ未解決の問題が多い。二世目の吸虫類には日本だけでも約1000種の成虫が発表されているが、全生活史が明らかにされているのは、わずか60種にすぎず、また現在すでに知られているセルカリアは160種にも及ぶが、そのうちの約100種は成虫との関連がつかめず、孤立している(伊藤, 1965)。

世界に分布する肺吸虫属のものは、現在までに20余種が知られている。そのうち日本ではウエステルマンハイキュウチュウ *Paragonimus westermani* (Kerbert), オオヒラハイキュウチュウ *P. ohirai* Miyazaki, コガタオオヒラハイキュウチュウ *P. iloktsuenensis* Chen, ミヤザキハイキュウチュウ *P. miyazakii* Kamo et al. およびサドハイキュウチュウ *P. sadoensis* Miyazaki et al. の5種がみられる。このうち人体寄生が証明されているのはウエステルマンハイキュウチュウだけで、他の4種の肺吸虫はいずれも家畜ならびに野生獣類に、その自然感染が認められている。したがって、これら獣類寄生の肺吸虫はむしろ獣医・畜産学的に重要な種といえる。日本産の肺吸虫については、その生活史の大要が明らかにされてきたといえよう。しかし外国産の多くはその第1、第2中間宿主が不明のまま残されている。

日本では長い間、カワニナ *Semisulcospira bensoni* (Philippi) を第1中間宿主とし、モクズガニ *Eriocheir japonicus* (de Haan) やサワガニ *Potamon* (*Geothelphusa*) *dehaani* White などを第2中間宿主とするウエステルマンハイキュウチュウ1種だけが分布すると考えられていた。ところが宮崎(1939)は熊本県八代産のベンケイガニ *Sesarma* (*Sesarma*) *intermedium* de Haan に、ウエステルマンハイキュウチュウとは異なるメタセルカリアを見出し、これをダイコクネズミ *Rattus norvegicus albinus* (Hatai) に与えて成虫を得、新種オオヒラハイキュウチュウとして報告した。本種の主な形態学的特徴としては、メタセルカリアの内膜が薄いこと、成虫の卵巣がウエステルマンハイキュウチュウのそれより複雑で、体表の皮棘が群生していること、などがあげられている。

一方、ミヤザキハイキュウチュウは山口県岩国市六呂師産のサワガニに、そのメタセルカリアが見出され、これをダイコクネズミとネコ *Felis catus* Linnaeus に与えて成虫を得たのち、新種として記載された種である(Kamo et al., 1961)。この肺吸虫の主な形態学的特徴としては、メタセルカリアの内膜が日本に産する5種肺吸虫のなかでは最も厚いことがあげられている。また成虫の卵巣はウエステルマンハイキュウチュウのそれより複雑、オオヒラハイキュウ

チュウ、コガタオオヒラハイキュウチュウおよびサドハイキュウチュウの卵巣より単純であり、皮棘は単生であることなどがあげられている。

一般に肺吸虫は種特有の第1, 第2中間宿主ならびに終宿主を保持選択しているということは周知のとおりである。これは、それぞれの肺吸虫に対する宿主動物の感受性 *susceptibility* に差異—宿主特異性 *host-specificity*—が存在するためと考えられている。したがって、自然界で肺吸虫が分布し生存するためには、その種に固有の第1, 第2中間宿主および終宿主の生息が必要条件となる。これらの宿主と寄生性動物との関係、すなわち宿主寄生体関係 *host-parasite relationship* は肺吸虫に対する宿主動物の感受性の違いによって生じるものと考えられ、これは寄生現象を解明する上で一つの重要な手がかりとなろう。Sprent (1962) は適応対性 *adaptation tolerance* という立場から、オーストラリアの哺乳類を在来種 *indigenous* と外来種 *non-indigenous* に分け、これらの動物に線虫の1種 *Amplificum robertsi* Sprent and Mines を実験的に感染させ、終宿主体内におけるこの線虫の発育を検討している。それによると、在来種に感染させた虫体の発育は、外来種でのそれに比較しはるかに良好であったという。このような宿主動物と寄生性動物との関係についての研究は日本でもみられる。

Sakaguchi and Jameson (1962) および阪口 (1967) は宿主哺乳類の分布から外部寄生虫であるノミの分布を、また逆に沢田 (1971) は内部寄生虫である条虫相から、その宿主となる日本産コウモリ類の分布を論じ、それぞれ興味ある知見を報告している。このように、宿主寄生体関係の究明は宿主の側あるいは寄生虫の側の両面から興味深い問題といえる。

この研究では、宿主となる鼠類がその種のあるいは生態学的差異により、肺吸虫に対しどのような感受性の違いを示すかを検討した。このため野鼠を含む数種の齧歯類を実験的宿主として、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの実験感染を行ない、宿主ならびに肺吸虫の側の両面から宿主寄生体関係を追究した。

さらにまた肺吸虫においては、宿主特異性のほかに臓器特異性 *organ-specificity* がみられ、終宿主体内における移行経路や発育には、肺吸虫の種または宿主動物の種による違いがみられる (横川ら, 1957d, 1964a; Yokogawa *et al.*, 1962)。すなわち、オオヒラハイキュウチュウでは、宿主の小腸で脱糞した幼虫 (脱糞幼虫) が腹腔へ移行して肝臓に穿入し、ここでしばらく寄生したのち、横隔膜を穿通して胸腔に達し、肺臓に穿入、虫嚢腫内で寄生するのが主な移行経路とされている。また虫体の子宮内に虫卵が認められるのは、経口投与後26日から28日である (宮崎, 1940; 富田, 1956; 大倉, 1963a, b)。一方、ミヤザキハイキュウチュウにおいても虫体は宿主の肝臓へ穿入するが、この肺吸虫の鼠感染では腹壁筋肉内および肝臓へ穿入したのちに胸腔へ移行する。しかしネコ感染では腹壁筋へ移行することではなく、虫体は肝臓に穿入したのち胸腔に移行する (横川ら, 1964a, b)。ところが、ネコおよび鼠に感染したウェステルマンハイキュウチュウでは、虫体は宿主の腹壁筋へは穿入するが、肝臓へは移行しないとされている (Yokogawa *et al.*, 1962)。このような、宿主の肝臓に対する虫体の臓器特異性は、その発育という面から興味深い問題である。しかしオオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウが何故に宿主の肝臓へ穿入するのか、また肝臓へ移行しなければ虫体は成熟しえないのか、などの点については検討の余地が残されている。それ故、両種の肺吸虫における肝臓移行の生物学的意義や、肝臓に対する親和性を比較することは、肺吸虫の種的差異を追究する上でも極めて興味深い。そこで、正常な感染経路ではないが、鼠類の胸腔内にメタセルカリアを移植し、虫体の移行ならびに発育経過について両種で比較検討した。

また、二世目に属する吸虫類の一部を除くほとんどのものは雌雄同体であるが、肺吸虫の場合は肺臓に形成される虫嚢腫内に、通常2個体以上が寄生している。このことから、一般にそ

の生殖は相互交接によるものと考えられている。しかし肺吸虫の生殖についての実験的な研究は極めて少ないのが現状である。本実験ではこの点をも追究するため、オオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアによる単数感染を試み、得られた虫卵の孵化能力について検定し、あわせて虫体の移行や発育状況をも調べた。また肺吸虫における種間の関係をみる一つの手段として、両種の肺吸虫による混合感染を試み、異種間でも虫嚢腫が形成されるかどうかを検討した。

本研究では、これらの点に関する実験結果の全容を述べ、あわせて生物学的観点からの考察を試みた。

稿を草するにあたり、終始懇篤な指導と鞭撻を賜った九州大学名誉教授宮崎一郎博士、同三宅貞祥博士、九州大学農学部教授内田照章博士に対して厚く御礼申し上げる。また本研究に種々御助言頂いた九州大学医療技術短期大学部教授川島健治郎博士、同医学部講師浜島房則博士、種々御高配賜った高知大学教育学部教授増田晃博士ならびに山中二男博士に深甚なる謝意をあらわしたい。また実験に絶大なる援助を頂いた元九州大学医学部研究生武井次雄氏に心から御礼申し上げる。

II. 材料および方法

オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの経口的複数感染においては、両種肺吸虫のメタセルカリアを、野鼠をも含む数種の鼠類にその複数個を経口投与した。またメタセルカリアの鼠胸腔内への移植では、ハツカネズミとダイコクネズミを用い、これらの鼠の胸腔内にメタセルカリアを注入した。一方、オオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウの単数感染では、ダイコクネズミに1個のメタセルカリアを経口投与した。また異種間の混合感染では、それぞれの種のメタセルカリアを1個ずつ、合計2個を経口的に感染させた。使用されたメタセルカリアは、いずれも第2中間宿主であるカニの体内から分離されたものである。これらのメタセルカリアを供試するに際しては、幼虫を被っている外膜および内臓のうち、前者を除去して後者だけを残すようにした。以下、これらの実験材料および方法についての詳細を述べる。

メタセルカリア： オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアは、兵庫县城崎で採集したクロベンケイの肝臓から分離された。またミヤザキハイキュウチュウのそれは、山口県岩国市および愛媛県伊予三島市で採集したサワガニの心臓、肝臓および甲殻内側の被膜から分離されたものである。これら2種のメタセルカリアを時計皿内のリンゲル液に移したのち、実験計画に従ってただちに使用した。

齧歯類： 使用された齧歯類は実験動物として一般的なゴールデンハムスター *Mesocricetus auratus* (Waterhouse)、ハツカネズミ (マウス) *Mus musculus wagneri* var. *albula* Kishida、ダイコクネズミ (ラット)、テンジクネズミ *Cavia cobaya* Schreber* の4種、ならびに野生のスミスネズミ *Eothenomys smithii* (Thomas)、ヒメネズミ *Apodemus argenteus* Temminck et Schlegel、アカネズミ *Apodemus speciosus* (Temminck et Schlegel)、クマネズミ *Rattus rattus* (Linnaeus)、ドブネズミ *Rattus norvegicus norvegicus* (Berkenhout) である。これらの鼠類のうち、ハツカネズミ (dd 系) とダイコクネズミ (SD 株および WK 株) は九州大学純系動物飼育室ならびに高知大学教育学部生物学教室で繁殖させたものである。またゴールデンハムスターとテンジク

* テンジクネズミは分類学的にヤマアラシ亜目 *Hysticomorpha* に属し、他の供試鼠類はネズミ亜目 *Myomorphia* に属する。鼠類といえば正確にはネズミ亜目のものを指すが、以後、煩雑を避けるためテンジクネズミをもこめて鼠類と呼ぶ。

ネズミ (Hartley 系) は、いずれも市販のものである。一方、野生鼠類の捕獲には生捕り用の捕鼠籠を用い、餌として油揚げまたはサツマイモとピーナツ・バターを使用した。この方法によりスミスネズミとヒメネズミを愛媛県石鎚山と面河溪で捕獲し、またアカネズミとクマネズミを高知市、ドブネズミを福岡市と高知市でそれぞれ捕獲した。これらの野生鼠類を2週間以上飼育し、数回の糞便検査を行ない、肺吸虫卵に対し陰性であることを確認したのち使用した。供試鼠類にはオリエンタル固型飼料と水を常時与え、野生の鼠にはこのほかに油揚げ、サツマイモおよび野菜などをも適宜与えて室温で飼育した。

メタセルカリアの経口投与法： クロベンケイおよびサワガニから分離したオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのそれぞれのメタセルカリアを、注射針の先端に細いビニール管をつないだ注射筒により、少量の水とともに必要な投与数を顕微鏡下で吸引し、エーテル麻酔下で鼠の胃腔内へ確実に注入した。注入後ビニール管を洗滌し、メタセルカリアが完全に注入されたことを確認した。

メタセルカリアの胸腔内移植法： エーテル麻酔した鼠の胸部をメスで小さく切開して、その開口部に上記の経口投与で用いた注射筒のビニール管部を挿入し、メタセルカリアを胸腔内に確実に注入したのち、開口部を注意深く縫合した。

鼠の剖検： 数種鼠類を用いての実験感染では、オオヒラハイキュウチュウの場合には主として感染40日前後に、またミヤザキハイキュウチュウの場合には感染65日前後に鼠を剖検するよう計画した。すなわち、鼠の頸静脈を切断して放血死亡させ、開腹・開胸したのち、虫体の回収ならびに寄生部位、虫嚢腫の形成部位、虫嚢腫内の寄生虫数および肝臓や肺臓の病変を記録した。メタセルカリアの移植実験では、諸臓器へ穿入した虫体を検索するために、エバンス・ブルー法 (Evans-blue technique) を用いた。すなわち、0.3% エバンス・ブルー溶液 10～15 ml/kg を、切開によって露出させた鼠の股静脈に注射し、剖検前に15分間放置したのち、鼠の頸静脈を切断して放血死亡させて剖検した。この場合、感染初期の虫体は小形なため肉眼的な検索が困難であった。そこで、胸腔と腹腔を両者の遊離した虫体が混合することのないよう注意しながら、リンゲル液で数回洗滌し、その洗滌液をシャーレに採取して、実体顕微鏡下で調べ虫体を回収した。また臓器内に穿入していた虫体については、まず肉眼的にエバンス・ブルーによる青色斑点の有無を確認し、斑点が認められた場合にはその部位を切除したのち、2枚の板ガラスにより圧平、鏡検した。その後、肝臓や肺臓を取り出して細切し、2枚のガラス板で圧平しながら顕微鏡下で虫体の検索を試みた。なお、オオヒラハイキュウチュウの単数感染では上記エバンス・ブルー法を用いて、感染後5日から90日にわたり鼠を剖検した。またミヤザキハイキュウチュウの単数感染および両種肺吸虫メタセルカリアによる混合感染では、全ての鼠を感染65日および70日後に剖検して虫体を回収した。

虫体の観察： 得られた虫体を2枚のスライドガラスで圧平し、70%アルコールで固定、ヘマトキシリンまたはカルミン染色を施し圧平標本とした。虫体の体長・体幅、吸盤の縦・横径の計測、生殖器官の発達状況や子宮内虫卵の有無などの観察は全てこれらの圧平標本によった。

虫卵の孵化実験： 孵化実験に用いた全ての虫卵は、回収された成虫をリンゲル液中 (27°C) で飼育して得られたものである。これらの虫卵を少量の水とともに時計皿に入れ、孵卵器 (27°C～30°C) 中で培養した。培養10日から24日後に鏡下で、虫卵内におけるミラシジウム形成の有無を確認した。なお、培養期間中、時計皿内の水を新鮮な水と毎日交換した。

III. 結 果

1. 鼠類における肺吸虫メタセルカリアの経口的複数感染

オオヒラハイキュウチュウの自然界での終宿主として、鼠類が報告されていることはすでに述べたとおりである。一方、ミヤザキハイキュウチュウの終宿主としては、現在のところ鼠類が記録されていない。しかし実験的には、この肺吸虫がダイコクネズミで肺臓に虫嚢腫を形成し成熟しうることから、今後の調査によって鼠類がその宿主として追加されうことは充分考えられる。以上のことから、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウは、いずれも鼠類に感染可能な肺吸虫であると推定される。そこで、この実験では野鼠を含む数種の鼠類へ、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのそれぞれのメタセルカリア複数個を、経口的に感染させた。この場合、両種の肺吸虫に対し鼠類の種差により、どのような感受性の違いを生ずるかを検討した。また感受性の違いが認められた場合、この面から鼠類における従来の分類へ何んらかの知見を加えうるものかどうかを検討した。以下、これらの実験結果について述べる。

1) オオヒラハイキュウチュウによる経口感染

オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアをゴールデンハムスター、スミスネズミ、ヒメネズミ、アカネズミ、ハツカネズミ、クマネズミ、ドブネズミ、ダイコクネズミおよびテンジクネズミに経口投与したところ、Table 1 に示したように、これらの全ての鼠類で感染が成立した。その感染率はゴールデンハムスター、ヒメネズミ、ハツカネズミ、ドブネズミおよびダイコクネズミでいずれも100%、スミスネズミ60%、アカネズミ50%、テンジクネズミ44%、クマネズミ33%の順に低い値を示した。これらの鼠類においては、全ての種でオオヒラハイキュウチュウの成熟が確認されたが、テンジクネズミでは虫体の成熟が著しく遅延する傾向にあった。またクマネズミ属以外の種は、オオヒラハイキュウチュウの感染によって早期に死亡する個体がみられた。これらの死亡した鼠類に共通して認められた剖検所見は次のとおりである。すなわち、胸腔内に胸水がたまり、血液が混入して血胸を呈し、肋膜の癒着が著しく、肺臓には出血斑がみられ、急性肺炎や肋膜炎の症状を呈した。さらに宿主によっては腹水と腹腔内出血も認められ、これらがおそらく死因と考えられる。以下、供試鼠類の種ごとにオオヒラハイキュウチュウの感染ならびに発育状態を中心に述べていきたい。

ゴールデンハムスター *Mesocricetus auratus*

実験に供試されたゴールデンハムスター8頭のうち、各4頭にオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアを10個および20個ずつ経口投与した。その結果、10個投与群 (Nos. 1~4) では感染19日から40日後に、また20個投与群 (Nos. 5~8) では感染14日から28日後に全ての宿主が死亡した (Table 2)。剖検によって死亡したゴールデンハムスターから、合計66個体が見出され、虫体の回収率は平均55%であった。虫体の検出部位は腹腔内、胸腔内および肝臓であり、回収された虫体の大部分にあたる42個体は、腹腔内に遊離していた。一方、肺臓に穿入した虫体は全く見出されず、虫嚢腫の形成も認められなかった。しかし、肺臓には多数の出血斑がみられたことから、虫体が肺臓に穿入していたことは明らかであり、肝臓にも虫体の穿入による白色癒着が多数みられた。回収された虫体の体長および体幅の計測値は14日後のものでは平均 2.2×1.1 mm, 19日後 4.1×2.0 mm, 26日後 4.8×2.4 mm, 31日後 5.9×2.9 mm, 40日後 7.8×3.4 mm であった。また子宮内の虫卵は26日および27日後の虫体では観察されなかったが、31日および40日後 (Fig. 1) に回収された全ての個体は虫卵を有し成熟していた。このよ

Table 1. Summary of experimental infections of *Paragonimus ohirai* in rodent hosts

Host	No. of animals inoculated	No. of animals infected	Infection rate (%)	Mature flukes (produced eggs)
Suborder Myomorpha				
Family Muridae				
Subfamily Cricetinae				
<i>Mesocricetus</i>				
<i>auratus</i>	8	8	100	Yes
Subfamily Microtinae				
<i>Eothenomys</i>				
<i>smithii</i>	5	3	60	Yes
Subfamily Murinae				
<i>Apodemus</i>				
<i>argenteus</i>	5	5	100	Yes
<i>speciosus</i>	4	2	50	Yes
<i>Mus musculus</i>				
<i>wagneri</i> var. <i>albula</i>	35	35	100	Yes
<i>Rattus rattus</i>	3	1	33	Yes
<i>Rattus norvegicus</i>				
<i>norvegicus</i>	6	6	100	Yes
<i>Rattus norvegicus</i>				
<i>albinus</i>	13	13	100	Yes
Suborder Hystricomorpha				
Family Caviidae				
Subfamily Caviinae				
<i>Cavia cobaya</i>	9	4	44	Yes

Table 2. Results of experimental infections of *Mesocricetus auratus* fed orally with *P. ohirai* metacercariae

Animal no.	Days after feeding	No. of metac. fed	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in			Animals died during observation
				abdominal cavity	liver	pleural cavity	
1	19	10	3(30)	1		2	Yes
2	24	10	4(40)	3		1	Yes
3	31	10	3(30)	2		1	Yes
4	40	10	3(30)			3	Yes
5	14	20	12(60)	12			Yes
6	26	20	16(80)	9	4	3	Yes
7	27	20	11(55)	9		2	Yes
8	28	20	14(70)	6	6	2	Yes



Figure 1. Adult of *P. ohirai* from *Mesocricetus auratus*, 40 days after experimental infection *per os* (scale : 1mm).

A : ventral sucker, D : vitelline duct, O : ovary, S : oral sucker, T : testis, U : uterus, V : vitelline glands, I : intestine, E : eggs.

うにオオヒラハイキュウチュウによるゴールデンハムスターでの経口感染では、宿主は死亡する傾向にあったが、虫体は成熟しうることが立証された。

スミスネズミ *Eothenomys smithii*

スミスネズミ 5 頭にオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアを 1 頭あたり 20 個経口投与したところ、全ての鼠が感染 9 日から 36 日後に死亡した。これらの死鼠のうち 3 頭で感染が成立し、合計 12 個体が腹腔と胸腔に遊離して見出され、虫体の回収率は平均 12% であった。また感染鼠では肝臓や肺臓に穿入していた虫体はみられず、肺臓に虫嚢腫の形成も認められなかった。しかし肝臓には虫体の穿入による白色瘢痕が多数みられ、また肺臓には出血斑が観察されて急性の肺炎や、肋膜の癒着による肋膜炎の症状がみられた。一方、2 頭の鼠において虫体が回収されなかったのは、検索の不充分さによるものと考えられる。回収された虫体の体長および体幅は、10 日後 1.0×0.6 mm を測ったが、30 日後には 6.7×3.0 mm、36 日後には 8.4×3.7 mm であった。これらの虫体のうち、30 日後に回収された 6 個体では数個の子宮内虫卵が、また 36 日後の 3 個体では多数の虫卵が認められ、虫体はスミスネズミにおいて十分に成熟しうることが初めて立証された。

ヒメネズミ *Apodemus argenteus*

オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア 20 個ずつを、ヒメネズミに経口投与したところ、全ての鼠 (Nos. 1~5) が感染 15 日から 33 日後に死亡した (Table 3)。剖検により死亡した鼠から、合計 38 個体が見出され、虫体の回収率は平均 38% であった。虫体の検出部位は腹腔および胸腔であり、そのうちの 68.4% にあたる 26 個体は腹腔に遊離の状態で見出された。また肝臓や肺臓に穿入していた虫体はみられず、肺臓には虫嚢腫も認められなかった。しかし両臓器

Table 3. Results of experimental infections of *Apodemus argenteus* fed orally with *P. ohirai* metacercariae

Animal no.	Days after feeding	No. of metac. fed	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in		Animals died during observation
				abdominal cavity	pleural cavity	
1	15	20	10(50)	10		Yes
2	20	20	3(15)	2	1	Yes
3	22	20	15(75)	9	6	Yes
4	30	20	6(30)	2	4	Yes
5	33	20	4(20)	3	1	Yes

においては多数の病変が観察され、急性肺炎や肋膜炎による死亡が推定された。回収された虫体の体長および体幅の計測値は15日後 2.3×1.0 mm, 30日後 6.5×2.5 mm, 33日後 6.9×3.1 mmであった。子宮内には30日後のものでは6個体のうち3個体で数個の虫卵がみられ、33日後のものでは回収された全てにおいて多数の虫卵が認められた。このようにヒメネズミに感染したオオヒラハイキュウチュウは、鼠の胸腔に遊離して成熟していた。

アカネズミ *Apodemus speciosus*

供試されたアカネズミ4頭に、オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア20個ずつを経口的に投与したところ、そのうちの2頭において感染が成立し、これらの感染鼠はそれぞれ25日および28日後に死亡した。一方、残る2頭の鼠については、感染40日後に剖検を試みたが、虫体は全く見出されず、その肝臓や肺臓においても虫体の穿入による病変は観察されなかった。しかし2頭の感染アカネズミの肝臓や肺臓では多数の病変がみられ、胸水がたまり血液が混入して血胸を呈していた。また肺臓の出血斑や肋膜の癒着が顕著で、急性肺炎や肋膜炎の症状が認められた。回収された虫体は、25日後に死亡の鼠では胸腔と腹腔に2個体ずつ、合計4個体が遊離していた。また28日後に死亡のものでは腹腔に1個体および胸腔に6個体、合計7個体が遊離して見出された。したがって、アカネズミにおける虫体の回収率は平均13.8%であった。これらの虫体の体長および体幅の計測値は25日後のものでは 3.9×1.9 mm, 28日後では 6.9×2.5 mmであった。また25日後に得られた虫体の子宮内には虫卵が認められなかったが、28日後のものでは7個体のうち2個体の子宮内に数個の虫卵がみられた。以上のように、オオヒラハイキュウチュウの感染によるアカネズミの肺臓では、虫嚢腫はみられなかったが、虫体は鼠の胸腔に遊離して成熟していた。

ハツカネズミ *Mus musculus wagneri* var. *albula*

供試されたハツカネズミ35頭を6～12頭ずつの4群に分け、これらの鼠にメタセルカリア5個、10個、20個および50個ずつを経口投与した (Tables 4～7)。その結果、5個投与群 (Nos. 1～6) の鼠は25日から29日後に、また10個投与群 (Nos. 7～17) では22日から29日後に、20個投与群 (Nos. 18～29) では18日から35日後に、50個投与群 (Nos. 30～35) では22日から29日後に、全ての鼠が死亡した。剖検により、死亡したハツカネズミから回収された虫体の総数は345個体で、その回収率は平均41.5%であった。これらの虫体の検出部位は腹腔内、胸腔内および肝臓が主で、とくに見出された虫体総数の69%にあたる238個体は、鼠の腹腔に遊離していた。また10個投与群では1個体が腹壁筋肉に穿入して見出され (No. 13)、50個投与群では1個体だけが肺臓に穿入していた (No. 35)。しかし、ほとんどの鼠の肺臓には多数の出血斑がみられ、急性肺炎ならびに肋膜炎の症状が顕著で、肝臓にも多くの白色瘢痕が見出された。このよ

Table 4. Results of experimental infections of *Mus musculus wagneri* var. *albula* fed orally with 5 metacercariae each of *P. ohirai*

Animal no.	Days after feeding	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in		Animals died during observation
			abdominal cavity	pleural cavity	
1	25	3(60)	1	2	Yes
2	26	3(60)		3	Yes
3	26	2(40)	2		Yes
4	28	4(80)	3	1	Yes
5	28	3(60)	1	2	Yes
6	29	3(60)	1	2	Yes

Table 5. Results of experimental infections of *Mus musculus wagneri* var. *albula* fed orally with 10 metacercariae each of *P. ohirai*

Animal no.	Days after feeding	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in				Animals died during observation
			abdominal cavity	abdominal wall	liver	pleural cavity	
7	22	7(70)	6			1	Yes
8	23	5(50)	2			3	Yes
9	23	6(60)	3			3	Yes
10	24	8(80)	7			1	Yes
11	24	6(60)	3			3	Yes
12	24	9(90)	6		2	1	Yes
13	25	8(80)	5	1	1	1	Yes
14	27	2(20)	2				Yes
15	29	8(80)	5		2	1	Yes
16	29	4(40)	2			2	Yes
17	29	3(30)				3	Yes

Table 6. Results of experimental infections of *Mus musculus wagneri* var. *albula* fed orally with 20 metacercariae each of *P. ohirai*

Animal no.	Days after feeding	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in			Animals died during observation
			abdominal cavity	liver	pleural cavity	
18	18	14(70)	9	1	4	Yes
19	19	16(80)	11	2	3	Yes
20	21	8(40)	6	2		Yes
21	21	15(75)	11	4		Yes
22	22	14(70)	6	5	3	Yes
23	23	18(90)	8	7	3	Yes
24	23	10(50)	7	2	1	Yes
25	25	14(70)	11		3	Yes
26	26	11(55)	8	1	2	Yes
27	28	2(10)	1		1	Yes
28	30	2(10)			2	Yes
29	35	2(10)			2	Yes

Table 7. Results of experimental infections of *Mus musculus wagneri* var. *albula* fed orally with 50 metacercariae each of *P. ohirai*

Animal no.	Days after feeding	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in				Animals died during observation
			abdominal cavity	liver	pleural cavity	lung	
30	22	11(22)	11				Yes
31	22	9(18)	9				Yes
32	23	32(64)	23	8	1		Yes
33	27	38(76)	33	1	4		Yes
34	29	19(38)	16	1	2		Yes
35	29	26(52)	19	3	3	1	Yes

Table 8. Comparisons of size of *P. ohirai* obtained from *Mus musculus wagneri* var. *albula* fed orally with various numbers of the metacercariae (in mm)

No. of metac. fed	Days after feeding	Size of worms		No. of worms with uterine eggs / those examined
		length	width	
5	25	4.9	2.3	0 / 3
	26	5.2	2.4	1 / 4
	29	5.8	2.3	2 / 3
10	22	4.1	2.1	0 / 7
	23	4.3	2.1	0 / 11
	24	2.4	2.0	0 / 23
	27	4.9	2.1	1 / 2
	29	5.0	2.3	5 / 10
20	18	3.0	1.6	0 / 14
	19	3.6	1.7	0 / 16
	21	4.2	1.8	0 / 23
	22	4.6	1.8	0 / 14
	23	4.0	2.2	0 / 28
	25	4.6	2.0	1 / 12
	26	5.1	2.8	3 / 11
	28	6.1	2.8	2 / 2
	30	6.9	2.9	2 / 2
	35	5.1	2.4	2 / 2
50	22	4.2	1.9	0 / 20
	23	4.3	2.2	0 / 32
	27	4.2	2.1	0 / 38
	29	4.8	2.3	0 / 45

うな剖検所見は、とくに20個投与群ならびに50個投与群でみられ、なかでも多数の虫体による感染が成立した個体で著しかった。

メタセルカリア5個投与群では、肝臓に穿入した虫体は全く見出されなかったが、10個投与群では9個体、20個投与群では24個体、50個投与群では13個体が回収され、20個投与群において回収された個体数が最も多かった。また胸腔内に遊離していた虫体も20個投与群で最も多く24個体、ついで10個投与群の15個体、5個および50個投与群のそれぞれ10個体の順に減少した。これらの実験群のうち、50個投与群では感染22日から29日後に回収された135個体のうち

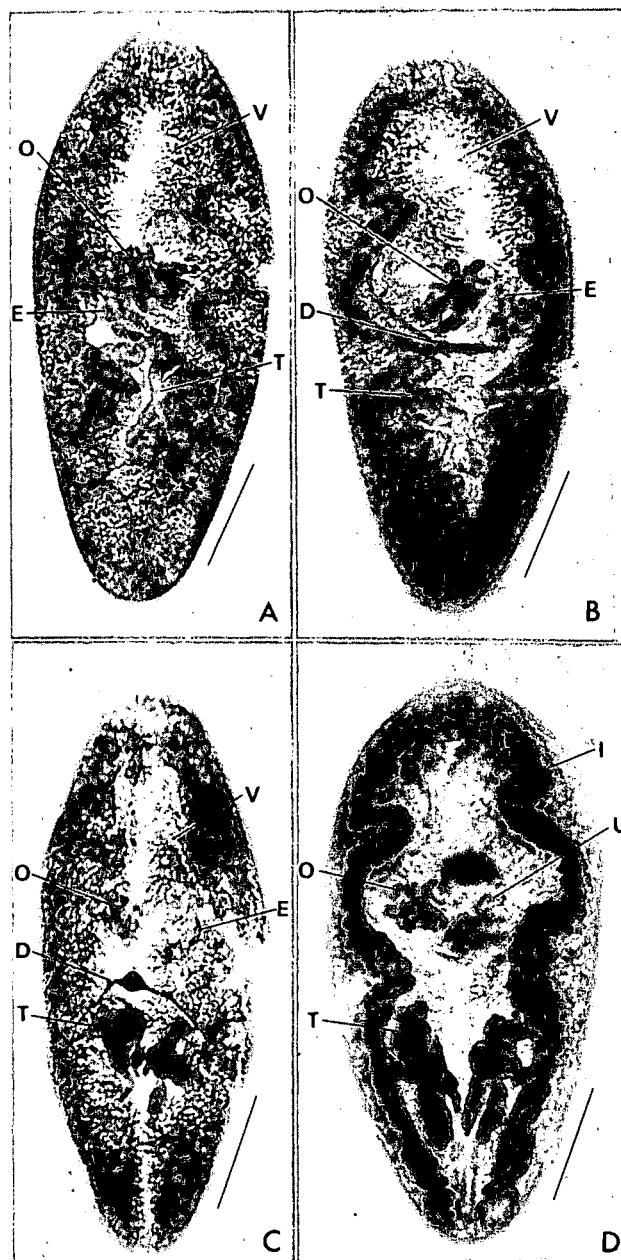


Figure 2. *P. ohirai* obtained from *Mus musculus wagneri* var. *albula* fed orally with 5(A), 10(B), 20(C) and 50(D) metacercariae each, respectively (scale : 1mm). A : Mature worm 26 days after infection, B : Mature worm 29 days after infection, C : Mature worm 26 days after infection, D : Immature worm 29 days after infection.

111個体 (82.2%) が腹腔に遊離してみられ、胸腔への移行が遅延する傾向がみられた。また肺臓における虫嚢腫は、いずれの実験群の鼠でも全く見出されなかった。

得られた虫体の体長および体幅の計測値、ならびに子宮内虫卵の保有状況は Table 8 に示したとおりである。それによると各群で29日後に得られた計測値の平均はメタセルカリア5個

投与群で 5.8×2.3 mm, 10個投与群で 5.0×2.3 mm, 50個投与群で 4.8×2.3 mm であり, 20個投与群においては28日後 6.1×2.8 mm, 30日後 6.9×2.9 mm を測り, 50個投与群の虫体は他の群に比較していくぶん小さい傾向にあった. また, これらの虫体における子宮内虫卵は, メタセルカリア5個, 10個および20個投与群では感染25日から27日後に見出され, 比較的早期に虫体の成熟がみられた (Fig. 2A, B, C). しかし50個投与群では29日後に至っても子宮内に虫卵が認められず, その発育は遅延するようであった (Fig. 2D). このように50個投与群では得られた虫体が小形な傾向にあり, 子宮内虫卵も見出されなかった. これは小さなハツカネズミに対し多数の虫体が寄生したことによって, 群効果 (crowding effect) が現われたためと考えられる.

クマネズミ *Rattus rattus*

供試された3頭のクマネズミに, オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア20個ずつを経口投与した. これらの鼠を感染40日後に剖検したところ, そのうち1頭だけで感染が成立し, 2個体が肺臓に形成された1個の虫嚢腫内から見出され, 虫体の回収率はわずかに3.3%であった. また, この感染鼠1頭の肝臓には修復しつつある病巣部が認められ, 虫体は肝臓を経たのち胸腔へ移行したものであることが知られた. しかし残る2頭の鼠では, その肝臓や肺臓に虫体の穿入による病変は全く認められず, 感染は成立しなかったことが知られた. 回収された2個体の体長および体幅は, それぞれ 5.6×3.3 mm, 7.9×3.9 mm を測り, いずれの虫体の子宮内にも多数の虫卵が観察された. このように感染率の低いクマネズミにおいても, オオヒラハイキュウチュウは成熟しうることが確認され, 宿主の肺臓に虫嚢腫も見出された.

ドブネズミ *Rattus norvegicus*

オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア20個ずつを, 6頭のドブネズミに経口投与した. 感染40日後の剖検によって55個体が見出され, 虫体の回収率は平均45.8%であった. このうち54個体は肺臓の虫嚢腫に見出され, 残りの1個体だけが胸腔に遊離していた. ドブネズミの肺臓に形成された虫嚢腫数は, 鼠1頭あたり2~5個であり, 1個の虫嚢腫内には2個体の寄生が普通で, ほかに3個体, 4個体および5個体, さらに多いもので6個体の寄生が認められた. また回収された虫体の体長および体幅の平均計測値は 8.4×3.9 mm で, 見出された全ての個体の子宮内に多数の虫卵がみられた. 一方, 感染鼠の肝臓では虫体の穿入による白色癍痕が消失し, 病巣部は修復され線状に認められた. このようにドブネズミにおけるオオヒラハイキュウチュウの感染実験では, 宿主の肺臓に多数の典型的な虫嚢腫が形成され, 虫体は十分に成熟した.

ダイコクネズミ *Rattus norvegicus albinus*

供試されたダイコクネズミ13頭のうち, 7頭 (Nos. 1~7) の鼠にはメタセルカリア10個ずつ (10個投与群), また6頭 (Nos. 8~13) には20個ずつ (20個投与群) を経口投与した. これらの鼠のうち10個投与群のものでは感染後10日から50日にわたり, 20個投与群のものでは感染40日後に鼠を剖検した. その結果, それぞれの群から53個体および74個体, 合計127個体が回収され, 虫体の回収率は平均66.7%であった (Table 9). メタセルカリア10個投与群における虫体の回収状況に基づいて, オオヒラハイキュウチュウのダイコクネズミ体内での移行状態について述べる. 感染10日から20日後には主として腹腔および胸腔に遊離, あるいは肝臓に穿入していた虫体が見出された. しかし, 感染後31日を経過すると, 全ての虫体は胸腔への移行を完了し, 35日以降では大部分が肺臓に形成された虫嚢腫内で, 寄生生活を営む傾向がみられた.

また20個投与群では感染40日後に全ての鼠が剖検された。これらの鼠における虫体の回収部位は肺臓の虫嚢腫、胸腔および肺臓であり、見出された虫体の90.5%にあたる67個体は虫嚢腫内から得られた。虫嚢腫内の寄生数はいずれの実験群でも1個あたり2個体が最も普通で、多いものでは4個体が認められた。またダイコクネズミの肺臓に形成された虫嚢腫数は1頭あたり、10個投与群で2～4個、20個投与群で4～7個であった。感染鼠の肝臓には虫体の穿入による白色斑が、とくに感染10日から31日後に著明であった。しかし35日後から50日後までに剖検された鼠の肝臓では修復が行なわれ、病巣部は線状に陥没して認められた。一方、回収された虫体の体長および体幅は、Table 10 に示したように、メタセルカリア10個投与群では10日後から50日後にかけて次第に増大し、計測値は平均 1.7×0.5 mm から 8.0×4.2 mm であった。また20個投与群における40日後の虫体は 7.3×3.0 mm であった。これらの虫体の子宮内では前者の群で31日後に初めて虫卵が見出され、35日以降には全ての個体でこれが認められた。また後者の群における回収虫体では、全ての個体の子宮内に虫卵が見出され、虫体は成熟していた。

Table 9. Results of experimental infections of *Rattus norvegicus albinus* fed orally with *P. ohirai* metacercariae

Animal no.	No. of metac. fed	Days after feeding	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in			
				abdominal cavity	liver cavity	pleural lungs	cyst in lungs
1	10	10	6(60)	4	2		
2	10	15	6(60)			6	
3	10	20	6(60)	1	5		
4	10	31	9(90)			5	4
5	10	35	6(60)				6
6	10	40	10(100)			1	9
7	10	50	10(100)				10
8	20	40	15(75)			1	14
9	20	40	14(70)			1	13
10	20	40	10(50)			1	9
11	20	40	9(45)			2	1
12	20	40	12(60)			1	11
13	20	40	14(70)				14

Table 10. Size and uterine eggs of *P. ohirai* obtained from *Rattus norvegicus albinus* fed orally with 10 metacercariae each

Days after feeding	No. of worms examined	Size of worms (in mm)		No. of worms with uterine eggs / those examined
		length	width	
10	6	1.7	0.5	0 / 6
15	6	2.2	1.1	0 / 6
20	6	4.5	2.0	0 / 6
31	9	6.3	2.8	5 / 6
35	6	6.3	2.8	6 / 6
40	10	7.3	3.0	10 / 10
50	10	8.0	4.2	10 / 10

テンジクネズミ *Cavia cobaya*

供試されたテンジクネズミ 9 頭のうち 4 頭で感染が成立した。しかし、残る 5 頭では虫体が見出されず、これらの鼠の肝臓や肺臓においても、虫体の穿入による病変や特有の褐色沈泥物は認められなかった。一方、感染テンジクネズミのうち 1 頭は 94 日後に死亡し、その胸腔には 1 個体が遊離して見出され、肺臓の出血斑や肋膜の癒着もみられた。また感染 40 日後に剖検した 2 頭および 108 日後の 1 頭においては、前者の剖検で胸腔に遊離の 6 個体と肺臓に穿入していた 1 個体、合計 7 個体が、また後者のそれでは胸腔に遊離していた 1 個体がそれぞれ見出さ



Figure 3. *P. ohirai* obtained from *Cavia cobaya* fed orally with the metacercariae (scale: 1 mm).
A: Immature worm 40 days after infection, B: Mature worm 94 days after infection, C: Fully matured worm 108 days after infection.

れた。したがって、テンジクネズミは合計わずか9個体の虫体を得られたにすぎず、その回収率は平均5%であった。回収された虫体の体長および体幅は感染40日後 3.3×1.8 mm, 94日後 6.1×4.4 mm, 108日後 7.2×5.0 mm を測った。また子宮内の虫卵は40日後の虫体では全く見出されず、その生殖器官の発達も著明ではなかった (Fig. 3A)。しかし感染94日後の虫体では数個の虫卵が (Fig. 3B)、また108日後のものでは多数の虫卵が認められ (Fig. 3C) 虫体は成熟していた。このようにオオヒラハイキュウチュウに感染したテンジクネズミにおいては、虫体の発育が著しく遅延する傾向にあったが、この宿主においても虫体は成熟することが確認された。しかし、これらの感染テンジクネズミの肺臓では、虫嚢腫は全く見出されなかった。

2) ミヤザキハイキュウチュウによる経口感染

Table 11 に示したように、ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、ゴールデンハムスター、ヒメネズミ、アカネズミ、ハツカネズミ、クマネズミ、ドブネズミ、ダイコクネズミおよびテンジクネズミに経口投与した。その結果、アカネズミ以外の全ての供試動物において、ミヤザキハイキュウチュウによる感染が成立した。これらの宿主の感染率はゴールデンハムスター、ドブネズミ、ダイコクネズミで100%、ハツカネズミ33%、ヒメネズミ50%、クマネズミ33%、テンジクネズミ17%の順に低下した。感染鼠類のうちミヤザキハイキュウチュウの成熟が認められた宿主は、クマネズミ属のクマネズミ、ドブネズミおよびダイコクネズミ、およびヒメネズミ、テンジクネズミであり、ゴールデンハムスターとハツカネズミでは、いずれも虫体は未成熟であった。また実験経過中に死亡した宿主が認められたが、明らかにミヤザ

Table 11. Summary of experimental infection of *Paragonimus miyazakii* in rodent hosts

Host	No. of animals inoculated	No. of animals infected	Infection rate (%)	Mature flukes (produced eggs)
Suborder Myomorpha				
Family Muridae				
Subfamily Cricetinae				
<i>Mesocricetus</i>				
<i>auratus</i>	7	7	100	No
Subfamily Murinae				
<i>Apodemus</i>				
<i>argenteus</i>	2	1	50	Yes
<i>speciosus</i>	6	0	0	—
<i>Mus musculus</i>				
<i>wagneri</i> var. <i>albula</i>	9	8	89	No
<i>Rattus rattus</i>	3	1	33	Yes
<i>Rattus norvegicus</i>				
<i>norvegicus</i>	8	8	100	Yes
<i>Rattus norvegicus</i>				
<i>albinus</i>	9	9	100	Yes
Suborder Hystriocomorpha				
Family Caviidae				
Subfamily Caviinae				
<i>Cavia cobaya</i>			17	Yes

キハイキュウチュウの感染によると考えられたものは、ゴールデンハムスターとハツカネズミであった。他にテンジクネズミでも死亡例が認められたが、虫体は全く回収されなかった。死亡したゴールデンハムスターおよびハツカネズミでは、虫体の穿入による肝臓の白色瘢痕が著明であり、肺臓の出血斑が認められ、急性肺炎や肋膜の癒着による肋膜炎の症状を呈した。したがって、これらの症状がおそらく死因と考えられた。以下、オオヒラハイキュウチュウの場合と同様に、鼠の種ごとに実験結果について述べていきたい。

ゴールデンハムスター *Mesocricetus auratus*

ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、7頭のゴールデンハムスターに1頭あたり20個経口投与したところ、全ての個体が感染23日から36日後に死亡した (Table 12)。死亡したゴールデンハムスターから、剖検によって得られた虫体は合計25個体であり、その回収率は平均17.9%であった。ゴールデンハムスター (Nos. 1~6) における虫体の検出部位は、腹腔お

Table 12. Results of experimental infections of *Mesocricetus auratus* fed orally with 20 metacercariae each of *P. miyazakii*

Animal no.	Days after feeding	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in		Animals died during observation
			abdominal cavity	pleural cavity	
1	26	4(20)	3	1	Yes
2	26	1(5)		1	Yes
3	27	9(45)	3	6	Yes
4	27	6(30)	4	2	Yes
5	33	3(15)		3	Yes
6	36	2(10)		2	Yes

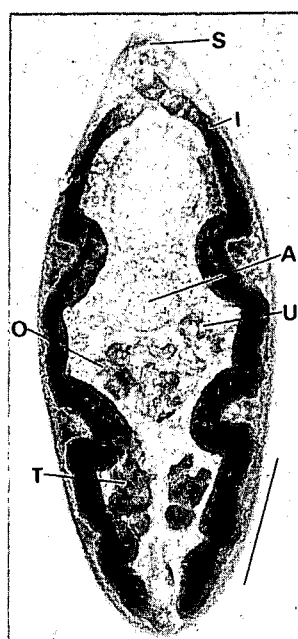


Figure 4. Immature *P. miyazakii* from *Mesocricetus auratus*, 33 days after infection *per os* (scale: 1mm).

よび胸腔であり、肝臓ならびに肺臓へ穿入した虫体は全くみられなかった。しかし、これらの臓器には虫体の穿入による白色瘢痕が多数認められ、急性肺炎や肋膜炎の症状がみられた。ゴールデンハムスターの肺臓には虫嚢腫が認められず、回収された虫体は10個体が腹腔に、15個体が胸腔に遊離していた。見出された虫体の体長および体幅の計測値は、26日および27日後の虫体で 3.9×1.5 mm, 33日後のもので 4.7×1.9 mm (Fig. 4), 36日後のもので 3.3×1.5 mm であった。しかし虫体の子宮内には虫卵が全く見出されず、生殖器官も比較的未発達であったが子宮は完成しつつあった。このようにゴールデンハムスターは、ミヤザキハイキュウチュウの感染によって早期に死亡したため、虫体の成熟は確認されなかった。

ヒメネズミ *Apodemus argenteus*

ヒメネズミ 2頭にミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、20個ずつ経口投与し56日後に鼠の剖検を試みた。その結果、1頭の鼠の胸腔から1個体が遊離して見出され、宿主の感染率は50%、虫体の回収率は2.5%であった。この虫体は体長 7.1 mm, 体幅 3.4 mmで、子宮内には多数の虫卵が認められた。また感染鼠においては胸水がたまり、肺臓には軽度の出血斑も認められたが、肝臓の病変は観察されなかった。なお無感染鼠の諸臓器は全て正常で、虫体による病変は全く認められなかった。

アカネズミ *Apodemus speciosus*

ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア20個ずつを、6頭のアカネズミに経口投与し、感染52日および65日後に鼠を剖検した。しかし、いずれの鼠においても虫体は全く認められず、観察期間中に死亡する個体もみられなかった。また鼠の諸臓器を詳細に検索したが、虫体の穿入による病変は全く観察されなかった。このようにアカネズミでは、ミヤザキハイキュウチュウによる感染が成立しなかった。

ハツカネズミ *Mus musculus wagneri* var. *albula*

メタセルカリア20個ずつを9頭のハツカネズミに経口投与したところ、8頭の鼠 (Nos. 1~8) で感染が成立し、そのうち4頭 (Nos. 1~4) は感染30日から62日後に死亡した (Table 13)。供試されたハツカネズミから30個体が見出され、虫体の回収率は平均16.7%であった。得られた虫体のうち4個体は腹腔に、また25個体は胸腔にそれぞれ遊離して見出され、残る1個体は肝臓に穿入していた (No. 5)。死亡した鼠では、とくに肺臓での出血斑と肋膜の癒着が著明で

Table 13. Results of experimental infections of *Mus musculus wagneri* var. *albula* fed orally with 20 metacercariae each of *P. miyazakii*

Animal no.	Days after feeding	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in			Animals died during observation
			abdominal cavity	liver	pleural cavity	
1	30	3(15)			3	Yes
2	42	5(25)			5	Yes
3	49	2(10)			2	Yes
4	62	8(40)	1		7	Yes
5	65	3(15)		1	2	No
6	65	6(30)	2		4	No
7	65	2(10)	1		1	No
8	65	1(5)			1	No
9	65	0				No

あり、肝臓における白色瘰癧は感染65日後に至ってもほとんどの宿主で認められた。しかし肺臓に穿入していた虫体や虫嚢腫の形成はみられなかった。回収された虫体の体長および体幅は42日後 1.9×0.8 mm, 49日後 2.4×1.1 mm, 62日後 2.5×1.0 mm, 65日後 1.3×0.6 mm で、虫体は全般的に小形で、その計測値には著しい変動がみられた。すなわち感染42日から65日後の観察期間中に得られた最小の個体は65日後の 0.7×0.3 mm, また最大のものは42日後の 6.1×4.0 mm であった。しかし後者においても、その生殖器官は未発達であり、子宮内の虫卵は認められなかった。以上のように、ハツカネズミから回収されたミヤザキハイキウチュウは、全て未成熟であった。

クマネズミ *Rattus rattus*

クマネズミ 3頭にミヤザキハイキウチュウのメタセルカリア20個ずつを経口投与し、感染65日後に鼠の剖検を試みた。その結果、1頭の鼠だけで感染が成立し3個体の虫体が見出され、回収率は平均5%であった。これらの虫体のうち、1個体は胸腔に遊離、2個体は1個の虫嚢腫内に見出された。残る2頭のクマネズミにおいては、その肝臓および肺臓に病変も認められず正常であった。得られた3個体はそれぞれ 6.6×2.9 mm, 7.8×3.3 mm および 9.9×3.5 mm を測り、いずれの個体の子宮内においても多数の虫卵が認められ、虫体は成熟していた。

ドブネズミ *Rattus norvegicus norvegicus* (橋口・武井・宮崎, 1968c)

ミヤザキハイキウチュウのメタセルカリアを、1頭あたり10個~40個ずつ8頭のドブネズミに経口投与し、感染20日から65日後に鼠を剖検して得られた回収率は平均45.3%であった (Table 14)。感染20日後には腹腔に遊離していた虫体だけが見出され、胸腔や肺臓に達した個体はみられなかった (No. 1)。しかし30日後には2個体が肺臓の虫嚢腫内から回収され、虫体の胸腔への移行が認められた (No. 2)。腹腔に遊離していた虫体は20日後から30日後に多く、50日後 (No. 5) あるいは65日後 (No. 8) に至ってもなおこれらの虫体が回収された。また肝臓に穿入していた虫体としては、3個体が20日後に見出されたにすぎなかった。しかし30日後 (No. 2) および35日後 (No. 3) に剖検された鼠の肝臓には、虫体の穿入による多数の病変が認められた。一方、胸腔に遊離していた虫体は50日以降65日後までみられ (Nos. 5~8)、虫嚢腫の形成は35日後から盛んであった。宿主の肺臓に形成された虫嚢腫数は、1頭のドブネズミあたり1~5個 (平均3.4個) で、1個の虫嚢腫における虫体の寄生数は0~4個体、普通2個体であった。

Table 14. Results of experimental infections of *Rattus norvegicus norvegicus* fed orally with *P. miyazakii* metacercariae

Animal no.	Days after feeding	No. of metac. fed	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in			No. of cysts in lungs
				abdominal cavity	liver cavity	pleural cyst in lungs	
1	20	30	5(17)	2	3		
2	30	40	12(30)	10		2	1
3	35	10	6(60)			6	3
4	45	10	6(60)			6	3
5	50	20	11(55)	1	1	9	3
6	58	20	12(60)		3	9	4
7	61	20	12(60)		1	11	5
8	65	20	13(65)	2	1	10	5

得られた虫体の体長および体幅の計測値と子宮内虫卵の保有状況は、Table 15 に示したとおりである。これによって虫体の発育をみると、感染50日後までは次第に大きくなる傾向を示したが、その後はやや小さい値が得られた。また子宮内の虫卵は45日後に初めて認められ、同時に虫嚢腫内でも虫卵が見出された。感染45日から65日後にわたって鼠の糞便検査を試みたところ、58日後にあたる鼠の糞便中に虫卵が初めて観察された。以上のようにドブネズミでは、ミヤザキハイキュウチュウは、宿主の肝臓に形成された虫嚢腫内および胸腔内に寄生して成熟することが知られた。

Table 15. Average measurements of *P. miyazakii* experimentally obtained from *Rattus norvegicus norvegicus* (in mm)

Days after feeding	No. of worms measured	Body		Oral sucker		Ventral sucker		Pharynx		Eggs in uterus
		length	width	length	width	length	width	length	width	
20	5	2.3	1.0	0.18	0.26	0.28	0.27	0.15	0.14	—
30	12	3.1	1.4	0.24	0.27	0.31	0.28	0.14	0.25	—
35	6	3.5	1.7	0.23	0.36	0.41	0.39	0.18	0.34	—
45	6	5.3	2.4	0.26	0.43	0.51	0.49	0.25	0.31	+
50	11	6.0	2.2	0.29	0.49	0.47	0.46	0.23	0.31	+
58	12	5.3	2.6	0.42	0.54	0.50	0.52	0.28	0.27	+
61	12	4.6	2.4	0.34	0.41	0.47	0.50	0.27	0.31	+
65	13	5.0	2.1	0.38	0.42	0.48	0.50	0.28	0.28	+

ダイコクネズミ *Rattus norvegicus albinus* (橋口・武井・宮崎, 1968c)

ダイコクネズミ9頭に、1頭あたり10個～30個のメタセルカリアを経口投与し、感染20日から65日後に鼠を剖検した。その結果、全ての鼠に感染が認められ、合計51個体（平均回収率28.3%）の虫体が見出された（Table 16）。回収された虫体の検出部位に基づいて、ダイコクネズミ体内におけるミヤザキハイキュウチュウの移行状態をみると、腹腔遊離あるいは肝臓穿入の虫体が感染後20日から65日の長期にわたって見出され、また、この間に肝臓での病変も多数みられた。このことからミヤザキハイキュウチュウは、ダイコクネズミの腹腔ならびに肝臓に、かなり長期間滞在する傾向にあるものと考えられる。一方、胸腔に遊離していた虫体は感染30日後（No. 2）から認められ、同時に肺臓では虫嚢腫もみられた。感染50日以降には虫嚢

Table 16. Results of experimental infections of *Rattus norvegicus albinus* fed orally with *P. miyazakii* metacercariae

Animal no.	Days after feeding	No. of metac. fed	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in				No. of cysts in lungs
				abdominal cavity	liver	pleural cavity	cyst in lungs	
1	20	30	2(7)	2				
2	30	30	9(30)	5	2	1	1	1
3	35	10	4(40)	2		1	1	1
4	45	10	4(40)		2	2		1
5	50	20	5(25)				5	2
6	58	20	6(30)	1	1	2	2	1
7	61	20	8(40)			3	5	2
8	65	20	6(30)			1	5	4
9	65	20	7(35)	1		2	4	2

腫内から得られた虫体数は増加する傾向にあった。またダイコクネズミの肺臓に形成された虫嚢腫数は、感染30日から65日後における鼠 (Nos. 2~9) 1頭あたり1~4個 (平均1.8個) であった。虫嚢腫1個あたりの寄生数は0~3個体で、虫体が見られない虫嚢腫もあった。

ダイコクネズミから回収された虫体の計測値と子宮内虫卵の保有状況は、Table 17 に示したとおりである。これによると、感染20日から65日後に虫体は次第に増大し、感染50日後には

Table 17. Average measurements of *P. miyazakii* experimentally obtained from *Rattus norvegicus albinus* (in mm)

Days after feeding	No. of worms measured	Body		Oral sucker		Ventral sucker		Pharynx		Eggs in uterus
		length	width	length	width	length	width	length	width	
20	2	2.0	0.9	0.17	0.23	0.26	0.31	0.14	0.13	—
30	9	2.4	1.2	0.20	0.29	0.30	0.29	0.19	0.26	—
35	4	3.4	1.6	0.23	0.38	0.47	0.47	0.31	0.35	—
45	4	3.9	1.7	0.27	0.46	0.36	0.37	0.30	0.35	—
50	5	4.2	2.0	0.31	0.49	0.47	0.45	0.23	0.33	+
58	6	4.9	2.1	0.34	0.51	0.51	0.49	0.27	0.30	+
61	8	5.9	2.6	0.44	0.51	0.51	0.52	0.30	0.32	+
65	13	5.3	1.9	0.41	0.48	0.56	0.50	0.35	0.32	+

子宮内に虫卵が、また感染58日後 (Fig. 5) には虫嚢腫内にも虫卵が見出され、虫体はすでに産卵していることが知られた。虫嚢腫内から得られた虫卵125個における縦径および横径の計測値は、 $69.2(50\sim80) \times 47.9(40\sim60) \mu$ であった。また感染50日後から鼠の糞便検査を試みたところ、65日後の便中に初めて虫卵が認められ、宿主体外への虫卵排出が知られた。

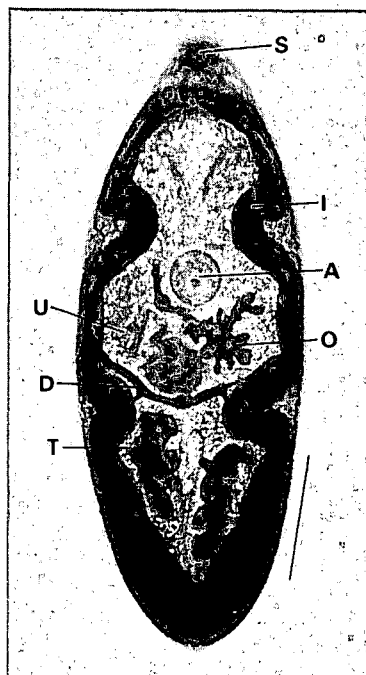


Figure 5. Adult of *P. miyazakii* from *Rattus norvegicus albinus*, 58 days after infection *per os* (scale: 1mm).

テンジクネズミ *Cavia cobaya*

ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア20個ずつを、経口投与されたテンジクネズミ6頭のうち、感染59日後に死亡した1頭だけで感染が成立した。この感染動物では2個体の虫体が胸腔に遊離して見出され、虫嚢腫は形成されなかった。また感染82日後に剖検されたテンジクネズミ1頭では、その肝臓に虫体の穿入によると考えられる白色瘢痕が認められたが、虫体は回収できなかった。残る無感染のテンジクネズミ4頭のうち、2頭はそれぞれ35日後および37日後に死亡した。しかし諸臓器においては虫体による病変も認められず、死因は明らかでない。さらに82日後に剖検された生存個体2頭においても、諸臓器に虫体による病変はみられず、感染は成立しなかった。回収された2個体の体長および体幅の計測値はそれぞれ 4.9×2.5 mm, 5.9×3.0 mm であり、いずれの虫体の生殖器官も比較的良好に発達して子宮内に虫卵が見出された。

2. 鼠胸腔内への肺吸虫メタセルカリアの複数移植

上述したように、数種鼠類での実験的経口感染において、オオヒラハイキュウチュウはゴールデンハムスター、スミスネズミ、ヒメネズミ、アカネズミ、ハツカネズミ、クマネズミ、ドブネズミ、ダイコクネズミおよびテンジクネズミの全てに感染し、虫体の成熟が確認された。しかし、これらの鼠類のうちクマネズミ属のクマネズミ、ドブネズミおよびダイコクネズミにおいてのみ、宿主の肺臓に虫嚢腫が認められた。残る供試鼠類の肺臓には虫嚢腫が認められず、虫体は胸腔に遊離し、宿主は実験経過中に死亡した。同様にミヤザキハイキュウチュウの鼠感染においても、虫嚢腫がみられた種はクマネズミ属の上記の鼠であり、ゴールデンハムスターおよびハツカネズミは、ミヤザキハイキュウチュウの感染によって、早期に死亡する傾向がみられた。そこで宿主の肺臓に虫嚢腫が認められた動物群を代表するものとしてダイコクネズミを、また虫嚢腫が認められず死亡した動物群を代表するものとしてハツカネズミを、それぞれ供試動物にえらび、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを鼠の胸腔内に移植して、虫体の移行や発育を追究した。

1) オオヒラハイキュウチュウの移植

ハツカネズミ *Mus musculus wagneri* var. *albula*

オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア20個ずつをハツカネズミの胸腔内に移植し、その結果は Table 18 に示したとおりである。移植2日から40日後に鼠を剖検して得られた回収率は平均48%で、269個体が見出された。感染ハツカネズミでは胸水がたまり血液が混入して血胸を呈し、肺臓には出血斑がみられた。また肋膜の癒着が認められ肋膜炎の症状を呈して死亡する宿主が見出された。虫体の感染による死亡鼠は移植14日以降にみられ、その時期はかなり早い傾向にあった。

鼠の胸腔から腹腔へ移行した虫体は、移植12日後に肝臓へ穿入していた2個体および23日後に腹腔に遊離していた2個体の合計わずか4個体で、見出された虫体総数の1.5%にすぎなかった。また、これら鼠の肝臓には虫体の穿入による病変がみられた。しかし腹腔へ移行した虫体が認められなかった鼠の肝臓は、病変も観察されず全て正常であった。鼠の肺臓に穿入していた虫体は、移植20日後に1個体および23日後に1個体の合計2個体であった。しかし全ての剖検鼠において虫嚢腫はみられなかった。

回収された虫体の体長と体幅、子宮内虫卵についての観察結果は、Table 19 に示したとおりである。すなわち移植2日後の計測値は 0.7×0.2 mm, 14日後に 2.3×0.9 mm, 31日後に 4.6×2.4 mm で、虫体の体長および体幅は次第に増大する傾向がみられた。また移植後23日ま

Table 18. Results of the experiments in which 20 metacercariae each of *P. ohirai* were transplanted into the pleural cavity of *Mus musculus wagneri* var. *albula*

Days after transplan-tation	No. of mice used	No. of metac. used	No. of worms recovered (%)	No. of worms found in				No. of animals died during observation
				abdominal cavity	liver cavity	pleural cavity	lungs	
2	3	60	45(75)			45		0 / 3
10	3	60	37(62)			37		0 / 3
12	3	60	36(60)		2	34		0 / 3
14	4	80	49(60)			49		2 / 4
16	2	40	20(50)			20		2 / 2
18	1	20	4(20)			4		1 / 1
20	2	40	26(65)			25	1	2 / 2
21	2	40	23(58)			23		1 / 2
22	1	20	3(15)			3		1 / 1
23	2	40	19(48)	2		16	1	2 / 2
27	1	20	3(15)			3		1 / 1
31	1	20	2(10)			2		1 / 1
35	1	20	1(5)			1		1 / 1
40	2	40	1(3)			1		0 / 2
Total	28	560	269(48)	2	2	263	2	14 / 28

Table 19. Development of *P. ohirai* transplanted into *Mus musculus wagneri* var. *albula*

Days after transplan-tation	No. of worms examined	Average and range (in mm)		No. of worms with uterine eggs (%)
		length	width	
2	22	0.7(0.6-0.7)	0.2(0.2-0.2)	0
10	20	1.7(1.0-2.2)	0.6(0.3-1.0)	0
12	20	2.1(1.3-3.0)	0.8(0.6-1.0)	0
14	22	2.3(0.7-3.0)	0.9(0.7-1.2)	0
16	18	2.9(0.9-4.4)	1.1(0.5-1.6)	0
20	20	3.3(2.0-3.7)	1.5(0.7-2.7)	0
23	11	2.9(1.8-3.9)	1.7(1.0-2.2)	0
31	4	4.6(3.9-5.3)	2.4(2.0-2.5)	2(50)

での観察では、虫体の子宮内に虫卵は全く見出されなかった。しかし31日後には回収された4個体のうち2個体でこれが認められ、ハツカネズミの胸腔に移植されたオオヒラハイキュウチュウは成熟に向かう傾向にあった。

ダイコクネズミ *Rattus norvegicus albinus* (橋口・武井, 1969)

供試されたダイコクネズミ46頭の胸腔内にオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア20個ずつを移植し、2日から40日後に鼠を剖検した。その結果、707個体が見出され、虫体の回収率は平均77%であった (Table 20)。

移植2日から10日後の虫体は、全て胸腔に遊離の状態で見出された。しかし12日から17日後には、腹腔に遊離または肝臓に穿入していた虫体がわずかにみられ、さらに肺臓に穿入していた個体も12日後から認められた。また腹腔に遊離の虫体が見出された鼠の肝臓には、虫体の穿

Table 20. Results of the experiments in which 20 metacercariae each of *P. ohirai* were transplanted into the pleural cavity of *Rattus norvegicus albinus*

Days after trans- plan- tation	No. of rats used	No. of metac. used (%)	No. of worms recovered (%)	No. of worms found in					No. of cyst in lungs
				abdom-inal cavity	liver	pleural cavity	lungs	cyst in lungs	
2	4	80	49(61)				49		
4	3	60	37(62)				37		
6	4	80	61(76)				61		
8	3	60	49(82)				49		
10	4	80	61(76)				61		
12	3	60	41(68)		2		38	1	
14	4	80	66(83)	1			61	4	
15	3	60	43(72)	2			39	2	
17	4	80	68(85)	1	1		57	3	6
20	3	60	46(77)				39	2	5
25	3	60	52(87)				21		31
30	3	60	54(90)				2		52
35	3	60	49(82)	1			2		46
40	2	40	31(78)				1		30
Total	46	920	707(77)	5	3		517	12	170
									62

入によると思われる白色瘰癧がみられた。各剖検群において見出された虫体のうち腹腔へ移行した個体は12日後に41個体中2個体(4.9%)、14日後に66個体中1個体(1.5%)、15日後に43個体中2個体(4.7%)、17日後に68個体中2個体(2.9%)で、その個体数はいずれの群においても少なかった。移植20日、25日および30日後の鼠では胸腔内、肺臓内および虫嚢腫内から虫体が見出され、肝臓の病変も全く認められず虫体も発見されなかった。また20日後の鼠の胸腔に遊離してみられた個体は、回収された虫体総数の84.8%で、17日後のそれと大差を示さなかった。しかし、これらの胸腔に遊離していた虫体は25日後に40.4%、30日後に3.7%とその回収率が低くなり、逆に虫嚢腫内の虫体は20日後に10.9%、25日後に59.6%、30日後に94.4%と次第に増加した。さらに35日および40日後のものでは、4個体を除く全ての虫体が虫嚢腫内から得られ、胸腔に遊離していたものは、それぞれ2個体(4.3%)および1個体(3.2%)であった。しかし35日後の剖検では腹腔に遊離していた1個体がみられ、肝臓にも虫体の穿入によると考えられる軽微な病変が認められた。またダイコクネズミの肺臓における虫嚢腫の数は合計62個で、そのうちの32個は右肺に、30個は左肺に形成されていた。以上のように、鼠の胸腔に移植されたオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアは、胸腔内で脱嚢、感染した。また得られた虫体の大部分は胸腔に見出され、腹腔に移行して肝臓に穿入していた個体は非常に少なかった。

一方、この実験で得られた虫体の計測値は Table 21 に示したとおりである。これらの計測値に基づいて虫体の発育状態をみると、体長は20日後に 2.1 mm、25日後に 4.3 mm で、この間に急速な増大がみられた。しかし、その後30日に 5.2 mm、40日に 6.0 mm と成長はゆるやかになった。移植20日後の虫体では子宮内の虫卵は全く認められなかった。しかし肺臓における虫嚢腫の形成が盛んであった25日後のものでは、観察された31個体のうち14個体(45.2%)で、多数の子宮内虫卵が認められた。さらに肺臓の虫嚢腫内にも虫卵が見出され、虫体の産卵

Table 21. Development of *P. ohirai* transplanted into *Rattus norvegicus albinus*

Days after transplan- tation	No. of worms examined	Average and range (in mm)		No. of worms with uterine eggs (%)
		length	width	
2.	20	0.6(0.4-0.7)	0.2(0.1-0.2)	0
6	20	1.0(0.8-1.1)	0.4(0.3-0.4)	0
10	27	1.1(0.7-1.4)	0.5(0.3-0.6)	0
14	43	1.7(1.3-2.3)	0.8(0.7-0.9)	0
15	17	1.9(1.5-2.6)	0.8(0.3-1.0)	0
17	19	1.9(1.5-2.6)	1.0(0.8-1.2)	0
20	34	2.1(1.3-2.8)	1.2(0.8-1.6)	0
25	31	4.3(1.8-5.7)	1.8(1.3-2.2)	14(45)
30	44	5.2(3.5-6.6)	2.6(2.1-4.1)	42(96)
40	30	6.0(3.0-8.1)	3.7(2.2-4.9)	29(97)

が確認された。また30日後および40日後にあたる虫体の子宮内にも多数の虫卵が認められた。このようにメタセルカリアの鼠胸腔内への移植によっても、オオヒラハイキュウチュウは充分に成熟しえたといえる。

2) ミヤザキハイキュウチュウの移植

ハツカネズミ *Mus musculus wagneri* var. *albula*

ハツカネズミの胸腔にミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア10個ずつを移植し、3日から70日後に鼠を剖検した。その結果、全ての鼠で感染が認められ、虫体の回収率は平均20%、得られた虫体は合計46個体であった (Table 22)。これらの虫体の検出部位に基づいて、ミヤザキハイキュウチュウの宿主体内における移行状態をみると、腹腔に遊離または肝臓に穿入していた個体は、見出された虫体総数の17.4%にあたる8個体だけであった。残る大部分は鼠の胸腔に遊離して見出され、宿主の肺臓に虫嚢腫は認められなかった。すなわち腹腔に遊離していた虫体は移植5日後に1個体、21日後に2個体、40日後に1個体、70日後に1個体であった。また肝臓に穿入していた虫体は10日後に1個体、21日後に1個体、70日後に1個体の合計3個体であった。一方、ハツカネズミの肺臓では虫体の穿入による出血斑が認められ、また腹

Table 22. Results of the experiments in which 10 metacercariae each of *P. miyazakii* were transplanted into the pleural cavity of *Mus musculus wagneri* var. *albula*

Days after transplan- tation	No. of mice used	No. of metac. used	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in			No. of animals died during observation
				abdominal cavity	liver	pleural cavity	
3	1	10	5(50)			5	0/ 1
5	3	30	5(17)	1		4	0/ 3
10	3	30	8(27)		1	7	0/ 3
19	2	20	1(5)			1	0/ 2
21	4	40	8(20)	2	1	5	0/ 4
30	2	20	2(10)			2	1/ 2
40	3	30	7(23)	1		6	0/ 3
50	2	20	3(15)			3	0/ 2
70	3	30	7(23)	1	1	5	1/ 3
Total	23	230	46(20)	5	3	38	2/23

腔移行の虫体が見出された鼠の肝臓では白色癍痕が認められた。しかしながらメタセルカリアの移植によって死亡する鼠は少なく、30日後に1頭および70日後に1頭が認められたにすぎない。移植30日後に死亡した鼠は、胸水がたまり血液が混入して血胸を呈していた。また70日後のものでは、血液が混入した腹水ならびに胸水の浸潤や肋膜の癒着が認められた。回収された虫体の体長および体幅は移植3日後に 0.7×0.4 mm, 21日後に 0.8×0.5 mm, 30日後に 1.9×0.9 mm, 50日後に 0.7×0.4 mm, 70日後に 1.8×0.7 mm で、その計測値に不規則な変動がみられた (Table 23)。また見出された虫体のうち最大の個体は70日後の 6.5×2.0 mm で、最小のものは21日後の 0.5×0.3 mm であった。しかし回収されたいずれの個体でも子宮内に虫卵は認められなかった。このようにハツカネズミの胸腔に移植されたミヤザキハイキュウチュウでは、回収された虫体総数の17.4%が腹腔へ移行して見出された。しかし、この宿主に移植されたミヤザキハイキュウチュウは、移植3日から70日の間にほとんど発育しなかった。

Table 23. Development of *P. miyazakii* transplanted into *Mus musculus wagneri* var. *albula*

Days after transplan- tation	No. of worms examined	Average and range (in mm)		No. of worms with uterine eggs
		length	width	
3	6	0.7(0.6-0.8)	0.4(0.3-0.4)	0 / 6
5	5	0.6(0.6-0.7)	0.4(0.3-0.4)	0 / 5
10	8	0.8(0.6-0.8)	0.4(0.3-0.4)	0 / 8
21	8	0.8(0.5-2.4)	0.5(0.3-1.2)	0 / 8
30	2	1.9(1.8-2.0)	0.9(0.9-1.0)	0 / 2
40	7	1.3(0.9-2.3)	0.6(0.5-1.3)	0 / 7
50	3	0.7(0.6-0.7)	0.4(0.4-0.5)	0 / 3
70	7	1.8(0.6-6.5)	0.7(0.4-2.0)	0 / 7

ダイコクネズミ *Rattus norvegicus albinus* (Hashiguchi and Takei, 1971)

まずダイコクネズミの胸腔に移植されたミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアにおける脱囊状況を観察するため、脱囊前後の幼虫について検索を試みた (Table 24)。脱囊後のメタセルカリア内膜*には小さな孔がみられ、その小孔から幼虫は内膜の外に出たものと考えられる。この実験における鼠の胸腔内の脱囊幼虫は、必ずしも全個体が回収されない場合もあった。それ故、今回の観察では鼠の胸腔内に見出されたこのようなメタセルカリアの内膜数を、脱囊幼虫数とみなした。移植後6時間のものでは、回収されたメタセルカリア30個のうち、小孔を有する2個の内膜が見出され、同時に脱囊幼虫2個体も回収された。小孔を有する内膜数によって脱囊率を算出すると、1時間から9時間後までは0~6.7%、12時間後では18.8%、24時間から144時間後では33.3~56%の値が得られた。回収された(未脱囊)メタセルカリアのうち、死亡メタセルカリアは96時間後のもので10個のうち6個が、また144時間後のものでは被囊メタセルカリアの全てが死亡し、変性しつつあった。

つぎにダイコクネズミにおける感染経過について述べる。ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア10個ずつを鼠の胸腔内に移植したところ、全ての鼠で感染が成立した。鼠1頭あたりの寄生数は1~10個体で、移植後1日から67日の回収率は平均31%であった (Table 25)。

* メタセルカリアはその表層を内膜と外膜で被われているが、中間宿主であるサワガニから取り出される時に、その外膜は大部分のものでは壊れてしまう。しかし一部のものでは、この外膜が残存するので、これらについては実験前にこれを破壊した。したがって使用メタセルカリアでは、その全てが内膜だけによって被われている。

Table 24. Excystation of *P. miyazakii* metacercariae in the pleural cavity of *Rattus norvegicus albinus*

Hrs. after trans-plantation	No. of rats used	No. of metac. trans-planted	No. of cysts recovered (%)	No. of cysts		Rate of excystation per total cysts recovered (%)
				empty*	encysted	
1	3	30	20(66.7)	0	20	0
3	3	30	23(76.7)	0	23	0
6	3	30	30(100.0)	2	28	6.7
9	3	30	22(73.3)	0	22	0
12	2	20	16(80.0)	3	13	18.8
24	3	30	25(83.3)	14	11	56.0
48	3	30	10(33.3)	5	5	50.0
96	3	30	15(50.0)	5	10**	33.3
144	3	30	28(93.3)	14	14***	50.0

*Numbers of empty cysts mean those of excysted larvae.

**Including six dead encysted metacercariae.

***All were dead.

Table 25. Results of the experiments in which 10 metacercariae each of *P. miyazakii* were transplanted into pleural cavity of *Rattus norvegicus albinus*

Days after transplan-tation	No. of metac. used	No. of worms recovered(%)	No. of worms found in					
			abdominal cavity	abdominal wall	liver	pleural cavity	lungs	cyst in lungs
1	30	7(23)	2			5		
2	30	5(17)				5		
4	30	5(17)				4	1	
6	30	14(47)	2	2	8	2		
9	30	9(30)	2		6	1		
11	30	9(30)	1	1	4	3		
13	30	5(17)			4	1		
16	30	8(27)	2	1	5			
18	30	5(17)	1		4			
20	30	4(13)			2	2		
25	30	9(30)	4		4	1		
30	30	7(23)			1	4		2
47	30	7(25)						7
55	30	13(43)				1		12
65	20	18(90)				2		16
67	30	19(63)	1			1		17
Total	470	144(31)	15	4	38	32	1	54

移植 1 日後には見出された 7 個体のうち、2 個体が鼠の胸腔に遊離していた。また 6 日後には 14 個体のうち 12 個体が腹腔に遊離、または腹壁筋肉や肝臓に穿入した状態で見出された。移植 6 日後から 25 日後には、大部分の個体が胸腔から腹腔 (肝臓および腹壁筋肉への穿入を含む) に移行した。これらの胸腔から腹腔へ移行した虫体は、回収された虫体総数の 66.7~100% におよんだ。またこの期間に腹腔から回収された 53 個体のうち、38 個体 (71.1%) は鼠の肝臓に

穿入していた。移植30日後に見出された7個体のうち1個体だけは肝臓に穿入し、4個体は胸腔に遊離、また残る2個体は肺臓の虫嚢腫内に認められた。その後47日から67日には1個体を除く全てが胸腔と肺臓の虫嚢腫内にみられた。また肺臓における虫嚢腫25個のうち16個(64%)は右肺に、そして9個(36%)は左肺に形成されていた。以上のようにダイコクネズミの胸腔内で脱嚢したミヤザキハイキュウチュウは、その大部分が胸腔から腹腔へ移行し、肝臓または腹壁筋肉に穿入したのち、再び胸腔へ移行、肺臓に虫嚢腫を形成した。

得られた虫体の計測値と子宮内虫卵の有無は Table 26 に示したとおりである。移植後6日の虫体の体長および体幅は 1.0×0.5 mm であったが、25日後には 2.1×0.9 mm, 65日後には 4.6×2.3 mm と次第に増大した。また虫体の子宮内における虫卵形成をみると、移植47日後の虫体ではこれが認められず、55日後に得られた9個体のうち1個体で初めて虫卵がみられた。さらに65日後のものでは13個体のうち4個体で子宮内虫卵が認められ、虫体は次第に成熟しつつあった。

Table 26. Development of *P. miyazakii* transplanted into *Rattus norvegicus albinus*

Days after transplan- tation	No. of worms examined	Average and range (in mm)		No. of worms with uterine eggs (%)
		length	width	
6	12	1.0(0.8-1.3)	0.5(0.4-0.6)	0
9	9	0.8(0.3-1.4)	0.5(0.4-0.7)	0
11	9	1.1(0.9-1.9)	0.5(0.4-0.7)	0
13	5	1.7(1.0-2.1)	0.8(0.5-0.9)	0
16	8	1.8(1.0-2.0)	0.7(0.4-0.9)	0
18	5	1.6(1.1-2.5)	0.8(0.5-1.3)	0
20	4	2.0(1.3-2.7)	0.9(0.6-1.2)	0
25	6	2.1(1.7-2.4)	0.9(0.6-1.1)	0
30	6	2.0(1.5-2.3)	1.3(0.8-1.7)	0
47	6	3.9(2.4-5.6)	2.3(1.8-2.9)	0
55	9	3.9(3.3-4.9)	2.4(1.6-3.5)	1(11)
65	13	4.6(3.1-6.0)	2.3(1.7-2.7)	4(31)

3. 肺吸虫メタセルカリアの経口的単数感染および混合感染

以上に述べたオオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウによる経口的複数感染や胸腔内への複数移植では、クマネズミ属の鼠類において、それらの宿主肺臓に虫嚢腫が形成された。その際にこの虫嚢腫内には必ず2個体以上の虫体が寄生していた。肺吸虫は雌雄同体の体制を示すにもかかわらず、虫嚢腫内に必ず2個体以上が認められた事実は、その生殖や肺臓における虫嚢腫形成機序の面から興味深い。

そこでオオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウの単数感染において、宿主の肺臓に虫嚢腫が形成されるかどうか、この場合に虫卵の孵化能力はどうか、などの点を解明するために実験を試みた。供試鼠としては、経口的複数感染において虫嚢腫が認められたクマネズミ属の鼠類を代表するものとしてダイコクネズミを選び、この鼠に1個のメタセルカリアを経口投与した。またオオヒラハイキュウチュウについては、ダイコクネズミでの単数感染と複数感染の間に虫体の発育や移行面で違いがみられるかどうかを知るため、経時的に鼠を剖検した。

一方、宿主の肺臓における虫嚢腫は同種間の虫体によってだけ形成され、異種間の虫体によってこれが形成されないのかという疑問が残される。この点を検討するために、オオヒラハ

イキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、それぞれ1個ずつダイコクネズミに経口投与し、異種肺吸虫の混合感染による虫嚢腫形成や、その場合における虫卵の孵化能力についても検討したので、これらの実験結果について述べる。

1) ダイコクネズミにおける単数感染

オオヒラハイキュウチュウ *Paragonimus ohirai* (Hashiguchi, Takei and Miyazaki, 1969)

ダイコクネズミ77頭にオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア1個ずつを、経口投与し5日から90日後に鼠を剖検したところ、宿主の感染率および虫体の回収率は平均68.8%であった (Table 27)。感染5日から20日後の虫体は腹腔、肝臓および肺臓から見出された。一方、25日後の虫体では胸腔に遊離していた個体が初めて認められ、30日以降90日までに回収された虫体では、その全てが宿主の肺臓に虫嚢腫を形成することなく胸腔に遊離していた。また腹腔からは5日後に2個体、10日後に2個体、17日後に3個体、25日後に1個体が遊離して見出された。さらに肝臓に穿入していた個体は感染10日から20日後にみられ、肺臓では20日後と25日後のものにおいてだけ穿入虫体が認められた。感染10日から25日後の感染ダイコクネズミにおいては、肝臓の病変がほとんどの鼠で見出された。また肺臓では虫体の穿入による出血斑が感染後20日から90日の長期にわたって認められた。

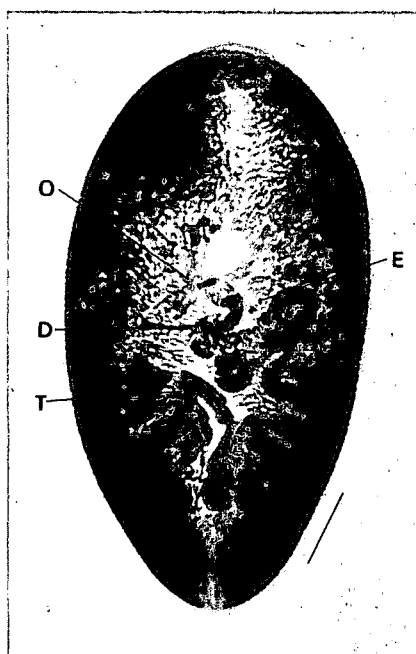
Table 27. Experimental infections of *Rattus norvegicus albinus* fed orally with a single metacercaria of *P. ohirai*

Days after feeding	No. of rats used	No. of rats infected(%)	No. of worms found in				No. of cysts in lungs
			abdominal cavity	liver	lungs	pleural cavity	
5	4	2(50)	2				0
10	8	3(38)	2	1			0
14	8	5(63)		5			0
17	8	5(63)	3	2			0
20	8	6(75)		5	1		0
25	5	3(60)	1		1	1	0
30	3	3(100)				3	0
33	3	2(67)				2	0
35	4	3(75)				3	0
38	9	5(56)				5	0
42	4	3(75)				3	0
60	4	4(100)				4	0
70	3	3(100)				3	0
84	3	3(100)				3	0
90	3	3(100)				3	0
Total	77	53(69)	8	13	2	30	0

回収された虫体の計測値と子宮内虫卵の保有状況は Table 28 に示したとおりである。感染10日後に得られた虫体では、その体長および体幅は 1.8×0.9 mm であったが、20日後のものでは急速な成長がみられ、その計測値は 5.1×1.5 mm で、とくに体長における増大が著しかった。その後、虫体は次第に大きくなって60日から90日後のものでは $6.6 \sim 9.2$ mm \times $2.5 \sim 4.4$ mm を測った。また子宮内虫卵は20日後までに得られた虫体では見出されなかったが、25日後のものでは3個体のうち1個体でこれが初めて認められた。さらに30日後に得られた3個体中2個体でも子宮内虫卵がみられ、以後、観察された個体では、全てにおいて多数の子宮内虫卵

Table 28. Development of *P. ohirai* in *Rattus norvegicus albinus* infected with a single metacercaria each

Days after feeding	No. of worms examined	Average body size and range (in mm)		No. of worms with uterine eggs (%)
		length	width	
10	2	1.8(1.3-2.3)	0.9(0.7-1.1)	0
14	4	1.9(1.7-2.1)	0.9(0.8-1.0)	0
17	3	2.3(2.0-2.6)	1.1(1.0-1.1)	0
20	5	5.1(4.6-5.1)	1.5(1.3-1.6)	0
25	3	5.1(4.7-5.5)	1.9(1.8-1.9)	1(33)
30	3	6.5(6.5-6.6)	2.0(2.0-2.1)	2(67)
33	2	6.7(6.5-6.8)	3.9(3.7-4.0)	2(100)
35	3	6.4(6.1-6.7)	3.0(2.9-3.1)	3(100)
42	3	7.0(6.6-7.2)	3.9(3.9-4.0)	3(100)
60	4	8.5(8.0-9.2)	3.5(2.5-4.0)	4(100)
70	2	8.2(7.7-8.7)	3.7(3.6-3.7)	2(100)
84	3	7.2(6.6-8.2)	3.8(3.8-4.4)	3(100)
90	3	8.1(6.8-8.8)	4.1(3.8-4.4)	3(100)

Figure 6. Adult of *P. ohirai* from *Rattus norvegicus albinus*, 42 days after single-worm infection *per os* (scale: 1 mm).

が認められた (Fig. 6). 一方, 単数感染において得られた虫体について, その切片標本を作成し貯精嚢 (seminal vesicle), 卵巣および精巣を観察した. それによると精巣では精子形成が (Fig. 7A), また卵巣では卵子形成が (Fig. 7B) 盛んで, 貯精嚢には多数の精子が充満している像が得られた (Fig. 7C).

単数寄生において得られた虫卵の培養結果は, Table 29 に示したとおりである. すなわち

単数寄生の18個体 (Nos. 1~18) から得られた虫卵をそれぞれ培養したところ, そのうち13個体 (Nos. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18) から得られた虫卵においてミラシジウム形成がみられ (Fig. 8A), その形成率は0~4.40%であった. また単数寄生によって得られた虫卵内のミラシジウムは小形化する傾向にあり (Fig. 8B), その活動は対象のそれに比較して不活発で, 孵化時期も遅延する傾向にあった. 一方, 対象としてダイコクネズミにオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア30個ずつを経口投与し, 得られた虫卵の培養では全例でミラシジウム形成が認められ (Fig. 8C), その形成率は55.23~94.33%であった (Table 29). この

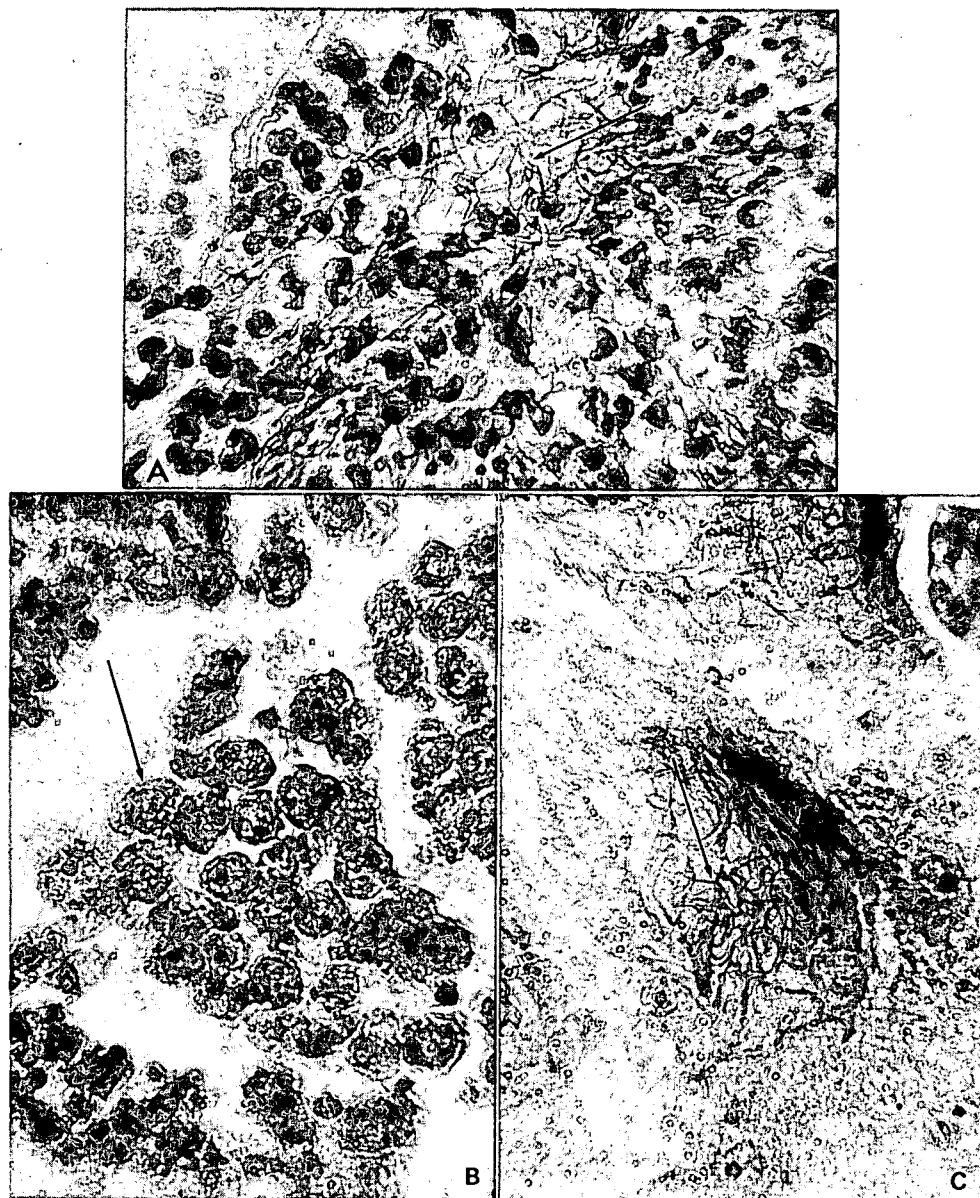
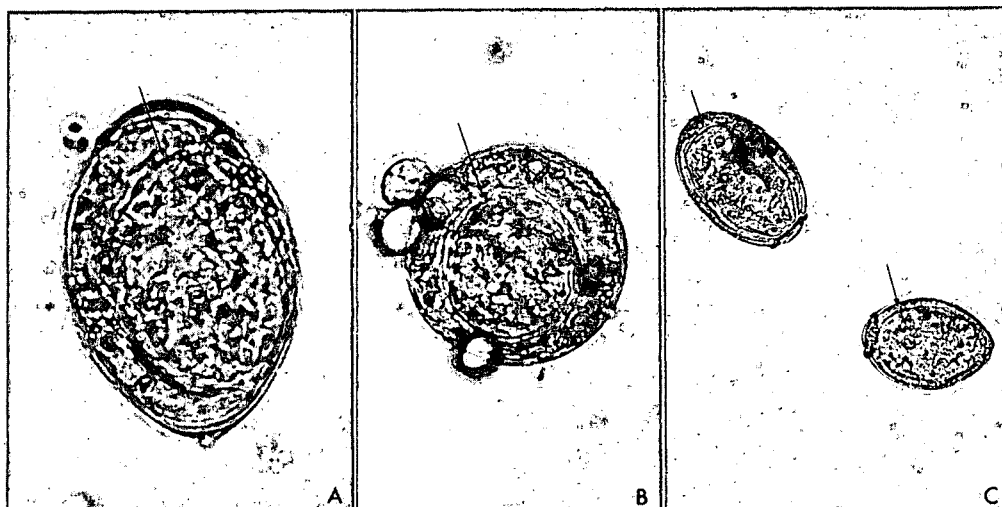


Figure 7. Sectioned *P. ohirai* from single-worm infection, 35 days after. All preparations hematoxylin and eosin. Active spermatogenesis and ovogenesis seen in the testis and ovary, respectively. A: Spermatozoa (arrow) in the testis $\times 700$, B: Ova (arrow) in the ovary $\times 700$, C: Sperms (arrow) within the seminal receptacle $\times 700$.

Figure 8. Eggs of *P. ohirai* containing miracidia (arrows).A : Egg from single-worm infection containing motile miracidium $\times 1000$,B : Egg from single-worm infection containing dwarf miracidium $\times 1000$,C : Eggs from multiple-worm infection containing motile miracidia $\times 400$.Table 29. Experimental incubations of *P. ohirai* eggs obtained from the albino rats fed orally with a single metacercaria each and from those fed with 30 metacercariae each

Worm no.	No. of metac. fed	Days after feeding	Temp. of incubation (°C)	No. of eggs examined	No. of eggs containing miracidia (%)
1	1	84	27	1009	14(1.39)
2	1	84	27	929	3(0.32)
3	1	84	27	267	0
4	1	42	28	54	0
5	1	42	28	625	10(1.60)
6	1	42	28	565	13(2.30)
7	1	42	28	83	2(2.40)
8	1	42	28	1051	4(0.04)
9	1	42	28	50	0
10	1	42	28	182	3(0.16)
11	1	42	28	41	0
12	1	42	28	591	26(4.40)
13	1	42	28	90	0
14	1	38	30	931	16(1.72)
15	1	38	30	484	1(0.21)
16	1	38	30	227	2(0.88)
17	1	38	30	890	1(0.11)
18	1	38	30	1010	3(0.30)
19	30	60	27	900	849(94.33)
20	30	38	30	272	172(63.24)
21	30	38	30	531	419(78.91)
22	30	38	30	433	377(87.07)
23	30	38	30	373	206(55.23)
24	30	38	30	818	519(63.45)

ように単数感染 (Nos. 1~18) ではミラシジウム形成率が、複数寄生 (Nos. 19~24) でのそれに比較して著しく低いことが立証された。

ミヤザキハイキュウチュウ *Paragonimus miyazakii*

ダイコクネズミ19頭にミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア1個ずつを経口投与し、感染65日および70日後に全ての鼠を剖検した。その結果、12個体が得られ虫体の回収率および宿主の感染率は63.2%であった。回収された虫体のうち肺臓に穿入していたものは1個体で、残る11個体のうち5個体は右胸腔に、また6個体は左胸腔に遊離して見出され、宿主の肺臓に虫嚢腫は全く認められなかった。しかし肺臓では虫体の穿入による多数の出血斑が認められ、胸腔には虫体によって排泄された黄褐色の沈泥物と虫卵が見出された。一方、感染後65日および70日を経過したダイコクネズミの肝臓では、1頭だけにおいて虫体の穿入による白色癬痕が認められたが、大部分の感染鼠の肝臓における病巣部は修復しつつあった。

回収された虫体の体長および体幅の平均計測値は、感染65日後に 7.0×3.8 mm, 70日後に 5.5×3.1 mm であり、子宮内虫卵は回収された全ての個体で観察された (Fig. 9A)。これらの虫体をリンゲル液に移し、温度 28°C の孵卵器内で24時間飼育して虫卵を得たが、大部分の虫体による産卵数は15~57個、多いもので244個または459個で、一般にその虫卵数は少ない傾向にあった。これらの虫卵の孵化実験を試み (27°C)、培養後14日から20日に虫卵内のミラシジウム形成を観察したが、全ての虫体 (12個体) から得られた虫卵においてその形成率は0であった (Fig. 9B)。

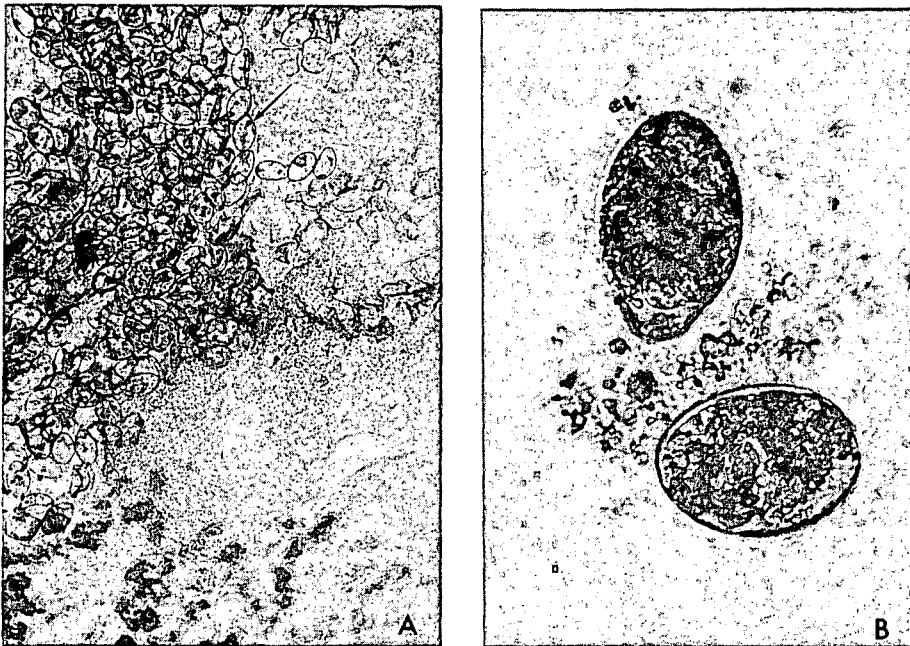


Figure 9. *P. miyazakii* parasitic in an albino rat.

A : Oviferous uterus from single-worm infection. Numerous eggs (arrow) seen in the uterus $\times 70$, B : Immotile eggs from single-worm infection $\times 400$

2) ダイコクネズミにおける混合感染

オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのそれぞれにおける単数感染では、

宿主の肺臓に虫嚢腫が形成されないことが確認された。そこでオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの両種を1個ずつ、実験的に寄生させた場合、虫嚢腫が形成されるかどうか検討した。すなわちオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、それぞれ1個ずつ20頭のダイコクネズミに同時に経口投与し、感染65日および70日後に全ての鼠を剖検した (Table 30)。実験に用いられたこれらの鼠のうち、9頭 (Nos. 2, 3,

Table 30. Results of experimental mixed *P. ohirai* and *P. miyazakii* infections of the albino rats fed orally with a single metacercaria each of the both species of the lung flukes

Animal no.	Days after feeding	Infection with both species	No. and species of worms found in			No. of cysts*	Total no. of worms recovered
			lungs	pleural cavity	cyst in lungs		
1	65	No	1(P.o)				1
2	65	Yes	1(P.o)**		1(P.m)	1	2
3	65	Yes	1(P.o)**		1(P.m)	1	2
4	65	No	1(P.o)				1
5	65	No					0
6	65	Yes	1(P.o)**		1(P.m)	1	2
7	65	No	1(P.o)				1
8	65	Yes			2(P.o; P.m)	1	2
9	65	No					0
10	65	Yes	1(P.o)			1***	1
11	70	Yes			2(P.o; P.m)	1	2
12	70	No					0
13	70	No					0
14	70	Yes			1(P.m)	1***	1
15	70	No					0
16	70	Yes			1(P.m)	1***	1
17	70	Yes			1(P.m)	1***	1
18	70	No	1(P.o)				1
19	70	No					0
20	70	No					0

*The cysts appear to be formed by the worms of both species.

**The worms seem to get free of the cyst.

***Another worm was not recovered.

6, 8, 10, 11, 14, 16, 17) の鼠の肺臓では両種の肺吸虫によって形成された典型的な虫嚢腫が認められ (Fig. 10A), そのうち5頭 (Nos. 2, 3, 6, 8, 11) の鼠では両種の虫体が回収され、残る4頭 (Nos. 10, 14, 16, 17) ではどちらか一方の種の虫体だけが見出された (Table 30)。すなわち前者の5頭の鼠のうち、2頭 (Nos. 8, 11) では虫嚢腫内に両種の虫体がみられ (Fig. 10B, C), 3頭 (Nos. 2, 3, 6) では虫嚢腫内にミヤザキハイキュウチュウ、胸腔内にオオヒラハイキュウチュウが見出された。一方、後者の鼠4頭のうち、3頭 (Nos. 14, 16, 17) では虫嚢腫内にミヤザキハイキュウチュウ、1頭 (No. 10) では虫嚢腫内に寄生虫体がなく胸腔にオオヒラハイキュウチュウが認められた。これら4頭 (Nos. 10, 14, 16, 17) の鼠では、いずれにおいても宿主の肺臓に虫嚢腫が形成されたことから、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの両種による感染が成立したものと考えられる。したがって未回収の虫体は虫嚢腫形成後に、死滅または他の臓器に迷入したものと思われる。肺臓に形成された9個の虫嚢腫のうち4個は右肺に、5個は左肺に見出され、遊離虫体は右胸腔に5個体、左胸腔に2個

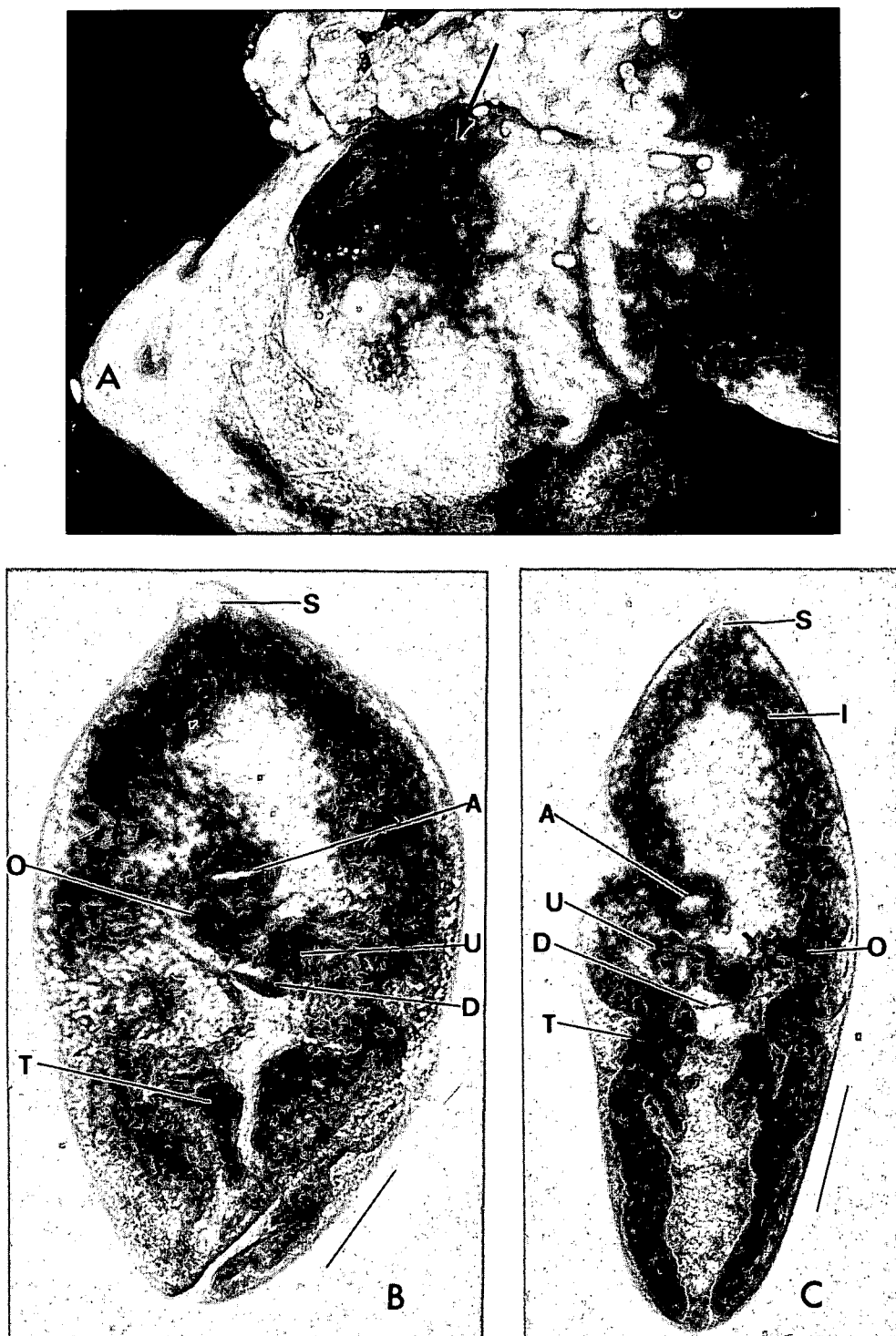


Figure 10. Mixed *P. ohirai* and *P. miyazakii* infection.

A : Lung of an albino rat containing worm-cyst (arrow) produced by the worms of both species $\times 44$, B : Matured *P. ohirai* from the cyst (scale: 1 mm), C : Matured *P. miyazakii* from the same cyst (scale: 1 mm),

体であった。なお虫嚢腫がみられなかった鼠11頭 (Nos. 1, 4, 5, 7, 9, 12, 13, 15, 18, 19, 20) のうち、虫体が全く回収されず、また諸臓器に病変も認められなかった無感染のものは7頭 (Nos. 5, 9, 12, 13, 15, 19, 20)、どちらか一方の種の肺吸虫によって感染が成立したものは4頭 (Nos. 1, 4, 7, 18) であった。したがって回収された虫体の総数は18個体、そのうちオオヒラハイキュウチュウが10個体、ミヤザキハイキュウチュウが8個体であり、虫体の回収率は前者の肺吸虫で50%、後者のそれで40%であった。得られた虫体は全て成虫であったが、ミヤザキハイキュウチュウの産卵数は大部分が数個、多いもので136個であった。また両種による感染が成立し虫嚢腫形成がみられた鼠から得られた虫体について、虫卵の孵化実験を試みたところ、いずれの種においても孵化率は単数寄生の場合と同様に低い傾向にあった。すなわちオオヒラハイキュウチュウでは6個体から得られた虫卵のミラシジウム形成率は0~1.12%、ミヤザキハイキュウチュウでは8個体から得られた虫卵のそれはいずれも0%であった。

IV. 考 察

1. オオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウの経口的複数感染による鼠類の感受性

肺吸虫に対する終宿主哺乳類の感受性を実験的に追究する場合、宿主における病変ならびに抗体産生など宿主側の反応として、また虫体の発育や移行経路および虫体の回収率など、主として寄生虫の側の宿主に対する感染態度として、その感受性をとらえることができる。一方、自然界の動物について肺吸虫に対する感受性の有無を知るためには、その感染の成否を証明することが必要で、この場合、虫体の成熟が確認されれば、その動物は肺吸虫の好適宿主 *suitable host* であり、同時に肺吸虫に対して感受性を有するといえよう。しかし自然界でこのような方法によって感受性の有無を検討するには限度がある。また宿主となる動物の食性、すなわちその動物が中間宿主のカニを捕食するか否か、によって肺吸虫に対し感受性はあるが、感染の機会がないということも考えられる。そこで従来、宿主動物と肺吸虫の関係を知る手段として、実験感染が試みられてきた。今回はオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウを用いて、数種の鼠類で実験感染を試み、鼠類の種のあるいは生態的差異から、両種の肺吸虫に対する感受性の違いを論じた。齧歯類の分類については Ellerman and Morrison-Scott (1951)、また生態学的事項については主として黒田 (1940) および今泉 (1949) を参考にした。

供試された実験動物のうち、テンジクネズミは他の鼠類と異なり分類学的にヤマアラシ亜目 *Hystricomorpha*, テンジクネズミ科 *Caviidae*, テンジクネズミ亜科 *Caviinae* に属し、他の供試動物とはかなり分類学的位置を異にするものである。この種は主に植物食で、動物食はほとんどとらない。残りの供試動物は全てネズミ亜目 *Myomorpha* に属し、ゴールデンハムスターはネズミ科 *Muridae*, キヌゲネズミ亜科 *Cricetinae* のものである。スミスネズミはネズミ科、ハタネズミ亜科 *Microtinae* に所属し、残りの鼠類はいずれもネズミ科、ネズミ亜科 *Murinae* の動物である。これらネズミ亜科の鼠類のうち、同属のものとしてヒメネズミおよびアカネズミがアカネズミ属 *Apodemus* に、またクマネズミ、ドブネズミおよびダイコクネズミがクマネズミ属 *Rattus* にそれぞれ属している。とくにダイコクネズミはドブネズミの亜種とされ、両種は極めて近縁で実験室においては容易に交配しうる。ネズミ亜科に属する鼠類のなかで、最も動物食を好む種はドブネズミで、この鼠が肺吸虫の第2中間宿主であるカニ類を捕食するという報告は2, 3みられる (阿部, 1959a, b; 平岩ら, 1959a, b)。またドブネズミはすでにオオヒラハイキュウチュウやコガタオオヒラハイキュウチュウの自然終宿主として報告されてい

る(宮崎・池田, 1952; 一色ら, 1960; 富村, 1964). 他の鼠類は植物食が主で, カニ類を捕食することは比較的少ないものと考えられる. しかし横川ら(1957c)によって, ハタネズミ亜科のハタネズミ *Microtus montebelli* (Milne-Edwards) が, オオヒラハイキュウチュウの自然終宿主として報告されていることから, スミスネズミ, ヒメネズミ, アカネズミおよびクマネズミにおいても肺吸虫感染の可能性が全くないとはいえない. 以下, オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウによる鼠類での実験結果について考察する.

1) 肺吸虫による鼠類の感染率と虫体の回収率

数種鼠類で得られたオオヒラハイキュウチュウと, ミヤザキハイキュウチュウの経口的複数感染による宿主の感染率および虫体の回収率は, Fig. 11 と Fig. 12 に示したとおりである. これによるとドブネズミとダイコクネズミにおいては, 両種それぞれの肺吸虫による感染率がともに100%であり, またクマネズミでは両種の肺吸虫による感染率は33%の同率であった. 他の鼠類では, いずれの鼠においてもオオヒラハイキュウチュウが, ミヤザキハイキュウチュウより高い感染率を示す傾向にあった. すなわちミヤザキハイキュウチュウはドブネズミとダイコクネズミによく感染し, ついでハツカネズミ, ゴールデンハムスター, ヒメネズミ, クマネズミ, テンジクネズミの順に低い感染率を示した. しかしアカネズミではミヤザキハイキュウチュウによる感染が全く認められなかった. 一方, オオヒラハイキュウチュウはスミスネズ

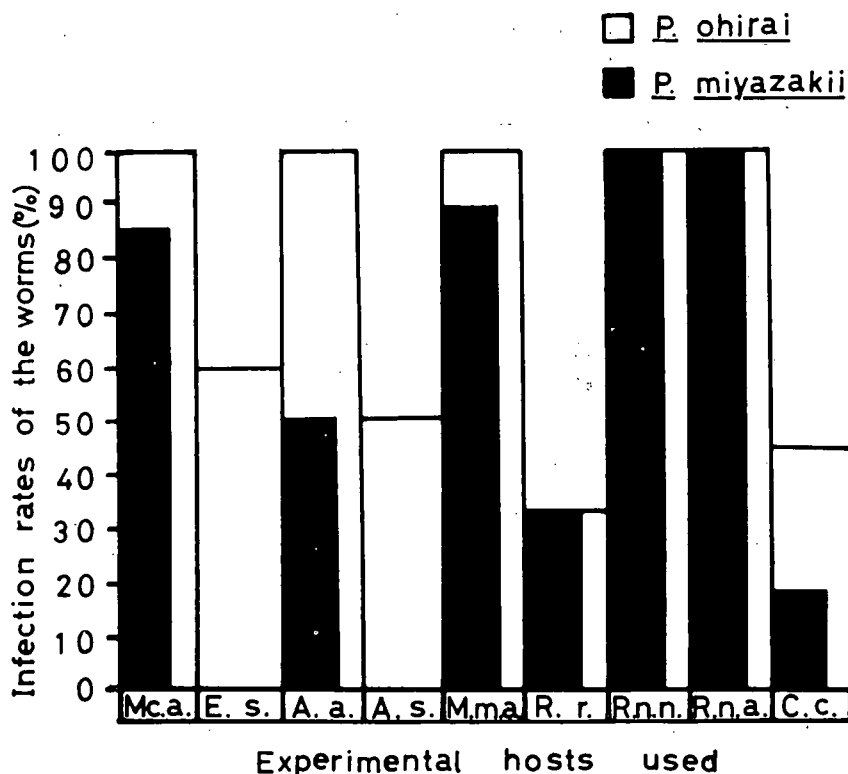


Figure 11. Infection rates of various rodent hosts fed orally with the metacercariae of *P. ohirai* and/or *P. miyazakii*. Mca. : *Mesocricetus auratus*, E. s. : *Eothenomys smithii*, A. s. : *Apodemus argenteus*, A. s. : *Apodemus speiosus*, M. m. a. : *Mus musculus wagneri* var. *albula*, R. r. : *Rattus rattus*, R. n. n. : *Rattus norvegicus norvegicus*, R. n. a. : *Rattus norvegicus albinus*, C. c. : *Cavia cobaya*.

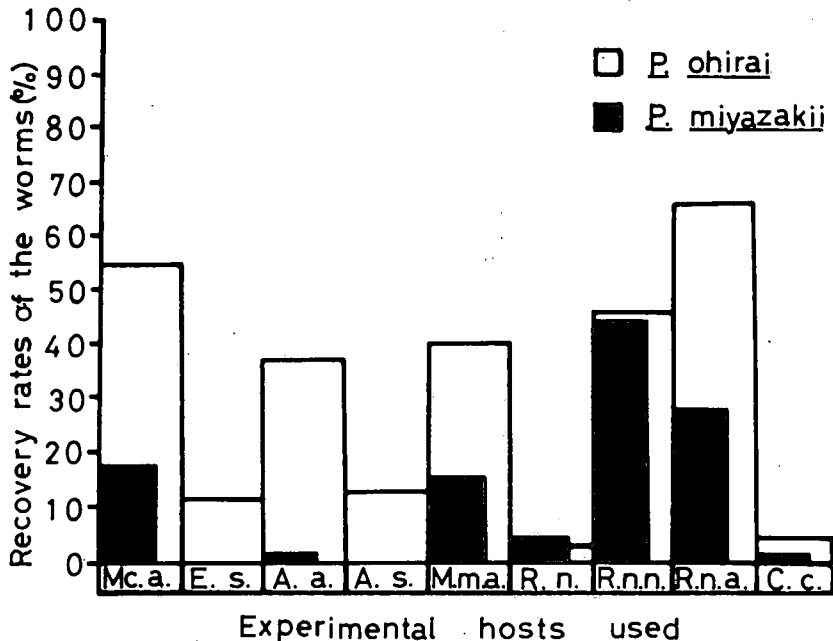


Figure 12. Recovery rates of worms obtained from the various rodent hosts fed orally with the metacercariae of *P. ohirai* and/or *P. miyazakii*.

ミ、アカネズミ、テンジクネズミ、クマネズミの順に感染が比較的低率であった。しかし残りの鼠類にはオオヒラハイキュウチュウはよく感染し、いずれの宿主においても100%の感染率が得られた。また虫体の回収率においてもクマネズミ以外の全ての供試動物で、オオヒラハイキュウチュウの方が高い値を示し、一般に感染率が高いと虫体の回収率も高くなる傾向にあった。このように、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの数種鼠類への感染では、宿主の感染率や虫体の回収率に、鼠の種または肺吸虫の種による差異が認められた。

各種動物での経口感染に関する従来の報告は次のとおりである。吉田 (1969, 1970) はミヤザキハイキュウチュウによる実験小動物への感染を試み、得られた感染率はゴールデンハムスター57.6%, ハツカネズミ43.8%, ダイコクネズミ69.6~100%, テンジクネズミ80%であり、また虫体の回収率はそれぞれ15.3%, 7.6%, 23.9~37.5%および9%であったという。したがって、これらの感染率や回収率は今回のミヤザキハイキュウチュウでの結果とほぼ一致する。しかしテンジクネズミでは、とくに感染率において今回低い値が得られた。また初鹿ら (1962) および初鹿 (1967) はハツカネズミとテンジクネズミにおいて、ミヤザキハイキュウチュウによる実験感染を試みている。その結果、いずれの動物でも感染が認められなかったと報告している。他種の肺吸虫について、最近、浜島 (1970) はサドハイキュウチュウのメタセルカリアを数種の野鼠に経口投与している。その結果は野生ハツカネズミ *Mus musculus molossinus* Temminck et Schlegel 2頭、クマネズミ1頭、ドブネズミ3頭では、その全てが感染したが、ハタネズミ3頭のうち1頭、アカネズミ3頭のうち1頭で感染が成立し、虫体の回収率はそれぞれ20~40%, 20%, 30~60%, 10%および10%であったという。

供試された鼠類の分類学的あるいは生態学的な面から、両種肺吸虫の感染状況をみると、少なくとも感染率や回収率において、宿主動物の科 Family, 亜科 Subfamily または属 Genus レベルでのはっきりした差異は見出されなかった。すなわちクマネズミ属のクマネズミ、ドブ

ネズミおよびダイコクネズミにおいても、クマネズミは他の鼠に比較してオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウによる感染率が低く、虫体の回収率も低い傾向にあった。またアカネズミ属において、ヒメネズミではオオヒラハイキュウチュウによる感染率は100%、虫体の回収率は38%であり、ミヤザキハイキュウチュウによる感染率および回収率はそれぞれ50%および2.5%であった。一方、アカネズミではオオヒラハイキュウチュウによる感染率が50%、虫体の回収率は13.8%であったが、ミヤザキハイキュウチュウの場合には感染が全く認められなかった。したがって兩種肺吸虫による感染は、これら鼠類の属以上の分類群 (taxon) にはあまり関係なく、宿主動物の種レベルで差異を生じているといえる。このことは鼠類の種レベルでの感受性の相違が感染に関与していることを示唆している。ここで得られた結果は実験条件下におけるものであるので、この場合、鼠類の生態的要素は除外され、その感染の成否を純粹に宿主の感受性だけの問題とみなして取扱った。

2) 鼠類における肺吸虫の寄生状況

肺吸虫の終宿主への感染においては、好適宿主に2個体以上の虫体が寄生すると、最終的には宿主の肺臓に典型的な虫嚢腫が形成され、そのなかで虫体は寄生生活を営むのが常である。この実験ではオオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウのいずれにおいても、その感染によって虫嚢腫が形成された宿主は、クマネズミ、ドブネズミおよびダイコクネズミであり、他の鼠類ではこれが認められなかった。肺吸虫による感染において宿主の肺臓にみられる虫嚢腫は、虫体あるいは宿主の双方の障害を最小限度に止める効果を有するものと考えられる。すなわち虫体は虫嚢腫内に寄生し産卵することにより、その虫卵は気管支を通じて咽喉に出て食道から腸管を経て糞便とともに宿主の体外に排出され、その種族の保存に寄与している。たとえば、オオヒラハイキュウチュウ1個体をハツカネズミの腹腔内に移植すると、虫体は胸腔に遊離して虫嚢腫を形成することなく成熟、産卵するが、これらの虫卵は糞便内にはほとんど排出されることはないという (富村 1959)。すなわち、このことは虫嚢腫の形成なくして寄生した虫体では、その虫卵が宿主の体外に排出されず、生活史を全うしえないことを示唆している。一方、宿主の肺臓に形成される虫嚢腫 (Fig. 13) は、まず虫体の肺臓実質内への侵入に始まり、初期 (細胞浸潤期)、成熟期 (虫嚢形成期) および退行期 (瘢痕形成期) の3

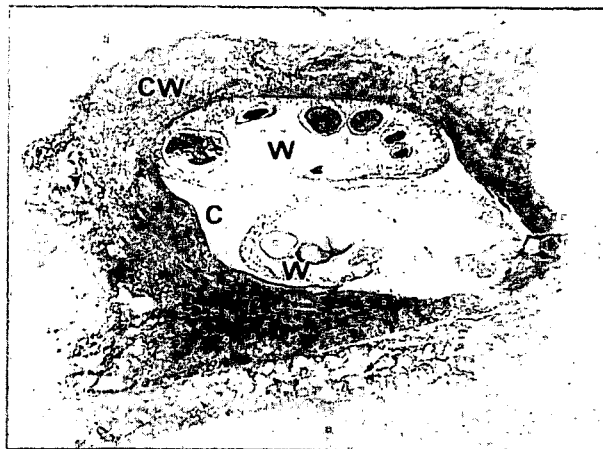


Figure 13. A low power view of worm-cyst found in the lungs of albino rats infected with *P. ohirai* $\times 70$.

CW : Inner surface of the cyst-wall,

C : Cavity, W : Worm.

段階に区分され(富田, 1956), 退行期以後は慢性化の傾向を辿るようである. このような観点からみれば, 虫嚢腫形成が認められた上記クマネズミ属の鼠は, 他の鼠類よりも, オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの両種に対する感受性が強く, 宿主と寄生虫の間の寄生的適応 *parasitic adaptation* が進んだものといえよう.

Fig. 14 は鼠類にオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア 20個ずつを経口投与し, 20日以後に回収された虫体について, 感染鼠 1頭あたりの諸臓器における虫体の検出個体数を平均値で示している. 肺吸虫の終宿主体内における虫体の寄生部位は, 感染後の経過日数と密接な関係にある. ここでは感染後20日以上を経過した個体を一括し, それらの検出部位と虫体数の関係を検討した. Fig. 14 によると腹腔に遊離していた虫体数は, オオヒラハイキュウチュウの場合にはハツカネズミで最も多く, ついでゴールデンハムスター, ヒメネズミ, アカネズミ, テンジクネズミ, ダイコクネズミの順に減少し, クマネズ

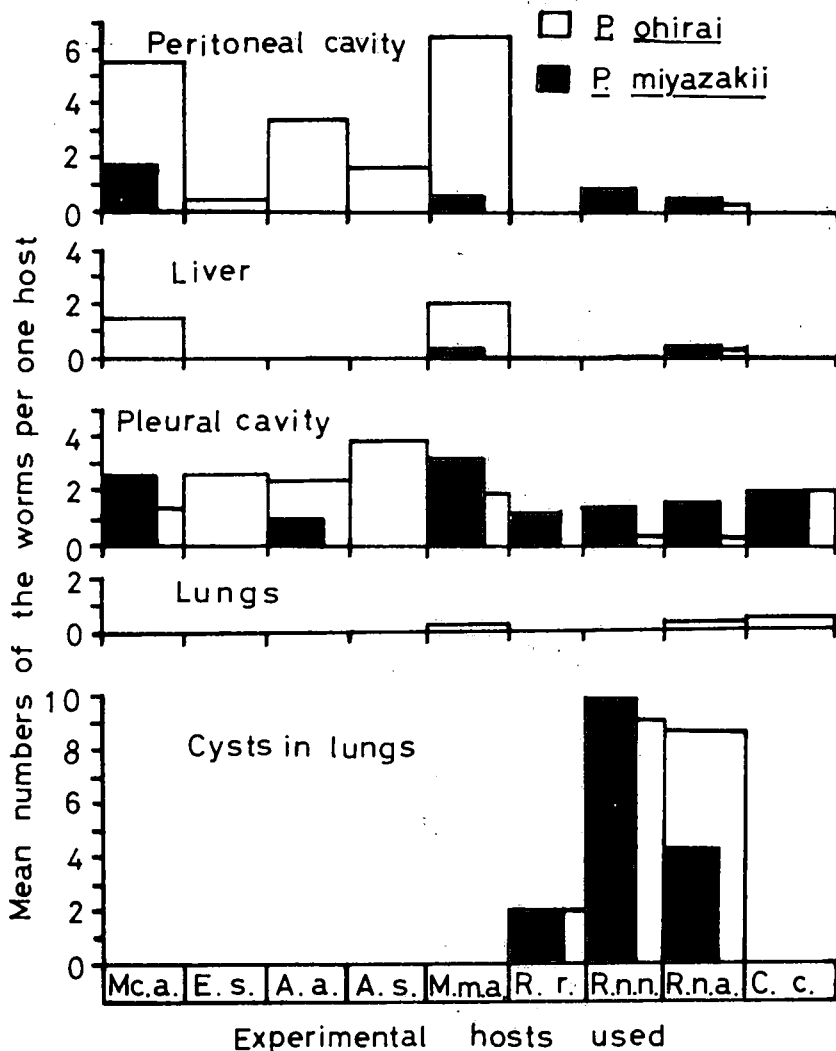


Figure 14. Mean numbers of the worms per one infected host recovered from each organ of the various rodent hosts fed with 20 metacercariae each of *P. ohirai* and/or *P. miyazakii*, on and after 20 days of oral infection.

ミヤザキハイキュウチュウではこれが0であった。またミヤザキハイキュウチュウではゴールデンハムスター、ドブネズミ、ハツカネズミ、ダイコクネズミの順に、腹腔から遊離の状態で見出された虫体数が減少する傾向にあり、ヒメネズミ、クマネズミおよびテンジクネズミではこれが0であった。肝臓に穿入していた虫体はオオヒラハイキュウチュウにおいて、ハツカネズミでは平均2個体、ゴールデンハムスターでは1.3個体、ダイコクネズミでは0.5個体であり、他の感染鼠ではこれらの虫体が見出されなかった。またミヤザキハイキュウチュウにおいては、供試動物のうちハツカネズミとダイコクネズミの2種だけで、肝臓に穿入していた虫体が少数認められた。

オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウに感染した鼠類のうち、胸腔に遊離の虫体が見出されなかった宿主は、オオヒラハイキュウチュウの感染によるクマネズミだけである。他の感染鼠類ではいずれにおいても胸腔に遊離していた虫体が見出されている。前述のように、肺吸虫に対して強い感受性をもつ宿主においては、虫嚢腫がみられ、そのために胸腔に遊離した虫体が減少することが考えられる。すなわち虫嚢腫が認められたドブネズミとダイコクネズミにおける胸腔遊離の虫体数を、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウについて比較すると、ミヤザキハイキュウチュウでその数が多くなる傾向にあった。このことは、これらの鼠がミヤザキハイキュウチュウよりもオオヒラハイキュウチュウに対して、より強い感受性を有することを示唆している。また宿主の肺臓に穿入していた虫体は、オオヒラハイキュウチュウのハツカネズミ、ダイコクネズミおよびテンジクネズミ感染においてだけ認められ、ミヤザキハイキュウチュウによる感染鼠ではこれが全く認められなかった。

以上のように、オオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウによる鼠類への感染では、虫体は腹腔、肝臓、胸腔、肺臓および肺臓の虫嚢腫から見出された。またクマネズミ属以外の鼠類では、回収された虫体の大部分が腹腔または胸腔に遊離していた。このように虫体の検出部位からみると、虫嚢腫の有無によって、宿主をクマネズミ属の鼠類とその他の鼠類とに大別することができる。このことはクマネズミ属の鼠が両種肺吸虫のそれぞれに対して、他の鼠類よりも強い感受性を有することを示唆している。またオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの寄生状況についても、鼠類の種による差異が認められた。

3) 鼠類における肺吸虫の發育

鼠類にオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア各20個を経口投与し、得られた虫体の体長に基づく發育状況は、Fig. 15 および Fig. 16 に示したとおりである。これによるとオオヒラハイキュウチュウはネズミ科に属する鼠類において、ほぼ同様な發育状況を示した。また他の供試動物とは分類学的に亜目を異にするテンジクネズミ科のテンジクネズミでは、その發育が著しく遅延したことは、本種の齧歯類における分類学的位置と考え合わせ興味深い。一方、ミヤザキハイキュウチュウは鼠類の種により、その發育パターンに著しい違いがみられ、發育速度もオオヒラハイキュウチュウの場合に比べてゆるやかであった。とくにハツカネズミでは虫体の發育が悪く、この鼠では感染後42日から65日の間に虫体はあまり生長しなかったといえる。また Table 31 に示したようにミヤザキハイキュウチュウの経口感染によるハツカネズミでは、同一宿主の同一寄生部位(胸腔)から回収された虫体においても、その發育には著しい差異が認められた。このことは非好適宿主に寄生したハツカネズミでの虫体の發育や運命、また宿主寄生体関係の面から興味深い。ドブネズミとダイコクネズミにおけるミヤザキハイキュウチュウの發育は、ほぼ同様な傾向といえるが、感染58日後までは後者の鼠で發育が著しく良好で、その後は、逆転した(Tables 15, 17)。しかし子宮内、虫嚢腫内および糞便内に虫卵が見出された時期は、ドブネズミではそれぞれ45日、45日および58

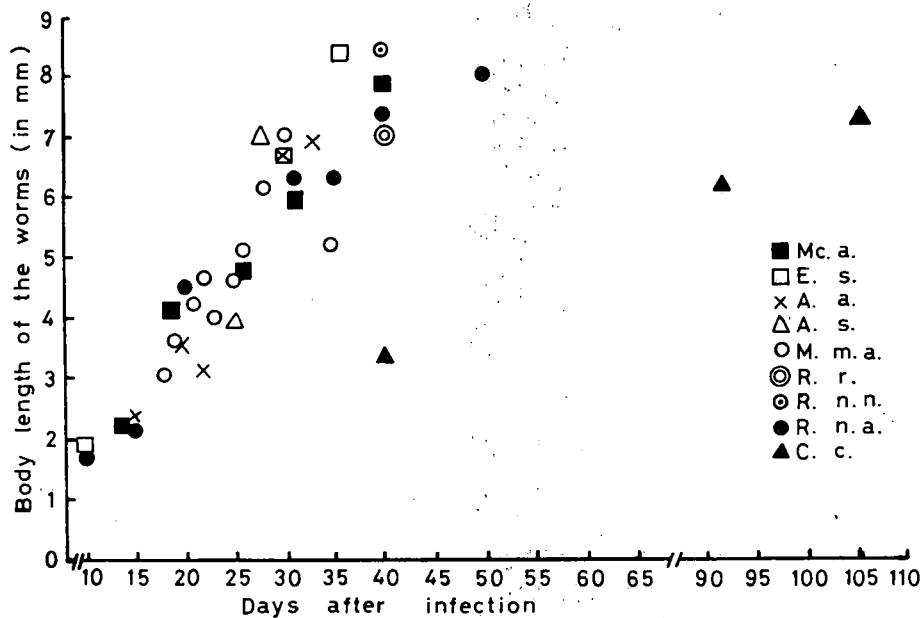


Figure 15. Growth, expressed as increase in body length of *P. ohirai* obtained from the various rodent hosts fed orally with the metacercariae.

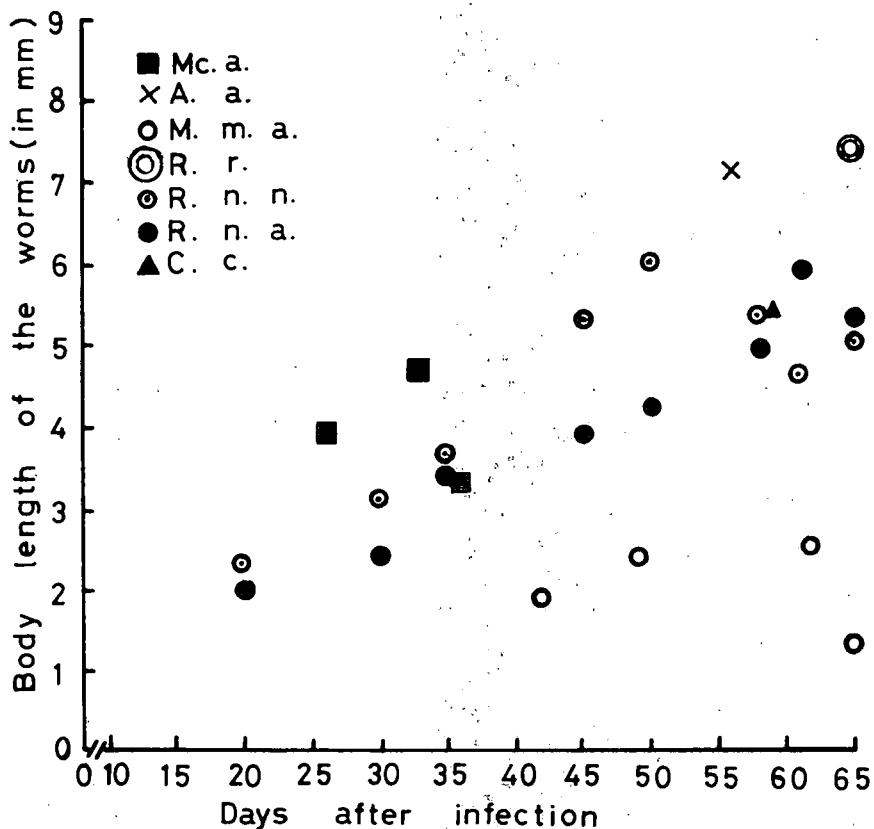


Figure 16. Growth, expressed as increase in body length of *P. miyazakii* obtained from the various rodent hosts fed orally with the metacercariae.

Table 31. Measurements of the worms recovered from the pleural cavity of one albino mouse fed orally with 20 metacercariae each of *P. miyazakii* 42 days after infection (in mm)

Worm no.	Body		Oral sucker		Ventral sucker	
	length	width	length	width	length	width
1	0.82	0.47	0.09	0.12	0.17	0.17
2	1.00	0.41	0.11	0.11	0.15	0.15
3	0.86	0.46	0.09	0.10	0.15	0.16
4	0.79	0.46	0.08	0.10	0.16	0.15
5	6.08	2.16	0.30	0.30	0.64	0.60

日後、ダイコクネズミではそれぞれ50日、58日および58日であった。このことから、ドブネズミはミヤザキハイキュウチュウに対して、ダイコクネズミより強い感受性を示すものと考えられる。アカネズミは感染後の早期において、虫体の体長における増大が著しく、オオヒラハイキュウチュウに対して強い感受性を示すようであるが、感染後25日～28日に宿主が死亡した。したがって、ここではこの鼠を除外して虫体の発育比較を試みた。感染33日から40日後に回収された虫体の発育をその体長についてみると、最も良好な宿主はスミスネズミとドブネズミで、ついでゴールデンハムスター、ダイコクネズミ、クマネズミ、ハツカネズミの順であった。オオヒラハイキュウチュウの自然終宿主として、ハタネズミとドブネズミが報告されている(宮崎・池田, 1952; 横川ら, 1957C)。ハタネズミに近縁なスミスネズミにおいて、オオヒラハイキュウチュウの発育が良好であったことは、鼠類の分類と宿主寄生体関係の面から興味深い。また自然終宿主のドブネズミにおいて、実験的にもオオヒラハイキュウチュウの発育が良好であったことは注目される。

回収された虫体の子宮内虫卵は、オオヒラハイキュウチュウの場合、テンジクネズミをも含む全ての供試動物で見出された。またミヤザキハイキュウチュウにおいてはヒメネズミ、クマネズミ、ドブネズミ、ダイコクネズミおよびテンジクネズミで虫卵が認められ虫体は成熟していた。しかしゴールデンハムスターへの経口感染では、33日後に得られた虫体において、その体長および体幅は比較的大きく、精巣や卵巣はよく発達して子宮も完成していた (Fig. 4)。したがって、ゴールデンハムスターでの虫体の成熟が確認されなかった理由は、宿主の早期死亡によるものと考えられ、宿主が生存した場合には、この宿主においてもミヤザキハイキュウチュウは成熟するものと推察される。一方、テンジクネズミにおけるミヤザキハイキュウチュウの成熟が確認されたのは、今回が最初の例である。吉田 (1970) はテンジクネズミ感染後123日を経過した虫体でも、子宮内虫卵は全くみられなかったと報告している。また同氏 (1970) はゴールデンハムスターおよびハツカネズミにおけるミヤザキハイキュウチュウの発育を検討したが、いずれの動物でも虫体の成熟はみられなかったと指摘しており、本研究の結果も同様であった。今回の実験によって初めて虫体の成熟が確認された宿主は、ミヤザキハイキュウチュウによるヒメネズミおよびテンジクネズミの2種、オオヒラハイキュウチュウの感染によるスミスネズミ、ヒメネズミおよびアカネズミの3種であり、これらの鼠類も両種の肺吸虫に対してそれぞれ感受性を示すことが知られた。

このように発育面ではテンジクネズミでの感染を除き、オオヒラハイキュウチュウはミヤザキハイキュウチュウよりも早期に成熟し、一般に虫体長も大きい傾向にあった。両種肺吸虫の発育比較については、川島ら (1966) および多田 (1969) による研究がみられる。それによると両種肺吸虫のダイコクネズミへの感染では、オオヒラハイキュウチュウの方が早期に成熟す

ることは知られていた。今回の実験によって他種の鼠類でも同様な傾向にあることが明らかにされた。

4) 肺吸虫感染による鼠類の死亡と宿主適合性

以上述べたように、オオヒラハイキュウチュウは供試鼠類の全てにおいて、またミヤザキハイキュウチュウはヒメネズミ、クマネズミ、ドブネズミ、ダイコクネズミおよびテンジクネズミにおいて、それぞれ成熟しうることが立証された。したがって、これらの動物は両種の肺吸虫に対して感受性をもつことが確認された。しかしながら、これらの動物のうちには実験経過中に死亡する宿主が見出された。すなわちオオヒラハイキュウチュウの感染では、ネズミ科の鼠類のうちクマネズミ属のものを除く全ての鼠が死亡した。したがってオオヒラハイキュウチュウに対して感受性を示した上記鼠類のうち、死亡した鼠類は好適な宿主とはいえない。肺吸虫に対して適合性を有する宿主とは、虫体が成熟して虫嚢腫が認められ、しかも宿主が死亡することなく生存しうることがある。吉田 (1970) もミヤザキハイキュウチュウの感染によってゴールデンハムスターが死亡したことから、この動物はミヤザキハイキュウチュウの好適な宿主とはいえないと指摘している。このことから、供試鼠類のうち、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウに対して適合性を有する宿主は、クマネズミ、ドブネズミおよびダイコクネズミである。また、これらの宿主はオオヒラハイキュウチュウに対して、ミヤザキハイキュウチュウよりも強い感受性を示すものと考えられる。そのほかにミヤザキハイキュウチュウに感染したゴールデンハムスターやハツカネズミにおいても死亡する宿主が見出された。しかし、これらの鼠においては虫体の成熟さえもみられなかった。

死亡した鼠類の主な死因は、次のような所見によるものと推定された。すなわち、いずれの死亡宿主においても、虫体の肺臓実質内への穿入による出血斑や、肋膜の癒着による急性肺炎ならびに肋膜炎の症状がみられ、血液が混入した胸水や腹水も認められた。また、これら死亡鼠類の肝臓や肺臓における病変は、他の生存宿主のそれらに比較し、とくに顕著であったことが注目される。多田 (1969) はオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウにおける感染比較の際に、オオヒラハイキュウチュウに感染したダイコクネズミでは、障害の程度がミヤザキハイキュウチュウに比べて軽いと考えられると述べている。さらに同氏 (1969) はこのことがオオヒラハイキュウチュウにとってダイコクネズミが、その好適宿主であることと関連があるかどうか不明だが、一つの示唆的な成績であったと指摘している。また宮尾 (1970) は寄生虫と宿主の関係についてふれ、寄生生活への適応が次第に進めば、宿主に発現する疾病そのものは、ますます軽症のものとなり、慢性化するようになるだろうと述べている。さらに同氏 (1970) は最終的に相互の調整が完成するに至れば、宿主が障害の徴候を全く示さないような段階に達するに違いないとも述べている。このことは今回の実験結果においても認められ、肺臓に虫嚢腫がみられた宿主では、病変が虫嚢腫の周辺部に限局される傾向にあった。

テンジクネズミにおいても死亡個体が見出されたが、この場合には死因が肺吸虫の感染によるものかどうか不明であった。しかし万納寺 (1952b) はオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアを、4頭のテンジクネズミへ経口的に感染させ、その結果、4頭のうち3頭は感染37日から39日後に死亡したが、残りの1頭は70日後に死亡したとして、同氏 (1952b) はこの場合の死因を肺吸虫の感染に求めている。この実験においてはオオヒラハイキュウチュウはテンジクネズミでの発育が遅延し、宿主の感染率や虫体の回収率も低かったことから、テンジクネズミはこの肺吸虫の好適な宿主とはいえない。一方、ミヤザキハイキュウチュウではテンジクネズミにおいても好適宿主での成熟時期とほぼ同じ時期の感染59日後に虫体は成熟した。しかし宿主の肺臓に虫嚢腫は全く認められず、感染率や回収率も共に低かったことから、テンジク

ネズミをミヤザキハイキュウチュウの好適な宿主と結論づけることはできない。

ハツカネズミについて、投与メタセルカリア数と宿主の死亡時期の関係を知るため、オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアを5個、10個、20個および50個ずつ経口投与した (Tables 4~8)。その結果、とくに20個投与群において、回収された虫体数が少ないほど宿主の死亡時期は遅い傾向にあった。しかし5個投与では2~4個体の寄生によって感染25日から29日後に全ての鼠が死亡した。また50個投与では1頭の鼠が32個体または38個体の多数による寄生を受けたにもかかわらず、死亡時期はそれぞれ23日と27日後でそれほど早くはなかった。これらの結果から、メタセルカリアの投与数と宿主の死亡時期の間には相関が認められず、数個体の寄生によっても感染20日前後を経過すると、ハツカネズミは死亡する傾向にあるものと考えられる。一方、ミヤザキハイキュウチュウによるこの鼠の感染においては、オオヒラハイキュウチュウの場合に比較し、死亡時期は遅くなり死亡頭数も少なかった。

またゴールデンハムスターはオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのいずれの感染によっても供試された全てが死亡した。これらのゴールデンハムスターについて、兩種肺吸虫メタセルカリアを20個ずつ経口投与した場合の死亡時期を比較してみると、オオヒラハイキュウチュウの感染によるゴールデンハムスターは、ミヤザキハイキュウチュウによる場合よりもいくぶん早い時期に死亡した。このように肺吸虫の種によって非好適な宿主動物の死亡時期に差異がみられるのは、主に虫体の寄生数や発育速度一主として虫体の大きさ一の違いによるものと考えられる。

2. 宿主寄生体関係からみた供試鼠類の分類・生態についての小考察

寄生性動物のうち内部寄生虫は宿主の体内を生活の場としているため、両者の間には外部寄生虫におけるよりも、より密接な関係がみられる。これらの宿主寄生体関係について横川ら (1968) は次のように指摘している。すなわち、宿主と寄生虫の特異関係を決定する因子を解明することは容易でないが、宿主の感受性 *susceptibility* と寄生虫の感染性 *infectivity* との相関作用の結果、この特異関係が生じることは間違いない。また、このような先天的条件の他に宿主の習性が関与する。すなわち宿主の生活環境の選定、食性および行動などがそれで、このような習性は宿主と寄生虫との遭遇または接触を、あるいは容易にしあるいは困難にする。実際にはこのことが先行し、ついで寄生を可能ならしめる先天的条件が関与するとしてよいという。これらのことから、宿主の生態学的な面が宿主寄生体関係に重要な役割を演じていることが理解される。また同氏ら (1968) によれば、宿主と寄生虫の間の関係には極めて厳密な場合と、比較的厳密でない場合とがあるという。前者では1寄生虫1宿主という例もあり、後者では数種の宿主を持つが、この場合でも宿主は一定の範囲内のものに限られ、しかも宿主になりうる動物は、互いに分類学上の類縁を有するものであるのが普通である。一方、Dogiel (1966) は寄生虫の宿主に次の3つの型があることを指摘している。すなわち第1型は正常な宿主 (*normal host*) で、この宿主では虫体の寄生頻度が高く、虫体の大きさも大きくて成熟が速く、虫体は多数の虫卵を産する。第2型は2次的な宿主 (*secondary host*) と呼ばれ、この宿主における虫体の寄生はそれほど頻繁ではなく、成長は遅延して、一般に宿主は寄生虫に対してかなりな抵抗性を示す。この場合の宿主は正常な宿主 (第1型の宿主) に系統的に近縁、または生態的に類似性を有するという。第3型は偶発的な宿主 (*accidental host*) で、この宿主に虫体の寄生がみられるのは稀であり、虫体は感染しても発育困難である。以上のような観点から、この項では宿主寄生体関係に基づいて、供試鼠類の分類ならびに生態について考察してみたい。

1) 宿主寄生体関係と鼠類の分類についての2, 3の知見

オオヒラハイキュウチュウに経口的に感染した数種の鼠類では、全ての鼠において虫体の成熟が認められた。しかしテンジクネズミでは、その發育は著しく遅延する傾向にあった。この場合、テンジクネズミは Dogiel (1966) のいう第2型の宿主に相当するものと考えられる。しかし系統分類学的にはこの動物が齧歯目 Rodentia, ヤマアラシ亜目に属しているのに対し、第1型の宿主と考えられるクマネズミ属の鼠類はネズミ亜目に属し、亜目のレベルで分類学的な位置を異にしている。このような宿主の分類学的差異と虫体の發育における差異との間には、明らかな相関がみられる。

またアカネズミを除く供試鼠類では、ミヤザキハイキュウチュウは全てにおいて陽性であったが、ハツカネズミでは虫体の發育はほとんど認められず、この鼠は Dogiel (1966) のいう第3型の宿主に属するものと考えられる。ミヤザキハイキュウチュウの経口的複数感染では、供試鼠類のうちヒメネズミ、クマネズミ属のものおよびテンジクネズミにおいて、虫体の成熟が確認された。しかしクマネズミ属の鼠類と同じネズミ亜目に属するゴールデンハムスターやハツカネズミでは、虫体の成熟が認められなかった。このように、ミヤザキハイキュウチュウを経口投与された供試鼠類では、宿主の分類学的位置とはあまり関係なく感染がみられた。同様な傾向は同一属の鼠類においてさえも認められた。すなわちクマネズミ属の鼠類のうちクマネズミにおける感染率や虫体の回収率は、ドブネズミやダイコクネズミに比較し、かなり低かったことはすでに述べたとおりである。

以上のような2種の肺吸虫感染における差異は、ミヤザキハイキュウチュウに対する供試鼠類の感受性が、オオヒラハイキュウチュウに対するそれに劣り、ミヤザキハイキュウチュウが鼠類を、オオヒラハイキュウチュウほど好適な宿主としないことによって生じたものと考えられる。したがって、宿主寄生体関係から互いに類縁が比較的に近い宿主動物を、分類学的に検討する際には、それらの動物が比較的の高い感受性を示す寄生虫を用いるのが好都合である。それ故、ここでは主としてオオヒラハイキュウチュウによる感染実験の結果から、鼠類の分類について2, 3の知見を述べることにする。

齧歯類の分類については種々の論議がなされ、なかでも Simpson (1945) と Ellerman and Morrison-Scott (1951) の研究はその代表的なものといえる。Simpson (1945) によれば、齧歯類は哺乳綱 Mammalia の中で最もその数が多く、分類学的にも困難を極め、なかでもネズミ亜目の鼠類はとくに種の数が多く、この亜目に属する鼠類の分類は、リス亜目 Sciuromorpha ほどではないとしてもかなり難しいと述べている。同氏 (1945) は従来の齧歯類における分類学に対抗して、ゴールデンハムスターが従来属していたキヌゲネズミ亜科 (ネズミ亜目, ネズミ科) を、キヌゲネズミ科 Cricetidae に昇格させ、この科にキヌゲネズミ亜科、ハタネズミ亜科およびスナネズミ亜科 Gerbillinae をおいた。このようにキヌゲネズミ亜科のものは、ネズミ亜科 (ネズミ科) のものと科を異にするというのが Simpson (1945) の意見である。

これに対し Ellerman and Morrison-Scott (1951) はキヌゲネズミ亜科に属する鼠類の歯の形態を重視し、ハタネズミ亜科やスナネズミ亜科を科に昇格させることなくして、従来のネズミ科をキヌゲネズミ科とネズミ科に分ける Simpson (1945) の意見には、納得できないと述べている。すなわち、ネズミ科ネズミ亜科のものでは、上臼歯咬頭 cusps の中列が明瞭であり、キヌゲネズミ亜科のものではこれを欠くことが多いが、同氏ら (1951) はキヌゲネズミ亜科に属する鼠類のうち、アフリカ産のある属では、この咬頭の中列が不明瞭で、キヌゲネズミ亜科とネズミ亜科の中間型を示すことから、キヌゲネズミ亜科はネズミ科に属すると主張し、従来の分類法を支持している。

オオヒラハイキュウチュウによる経口感染において最も注目される点は、ゴールデンハムスターが、供試鼠類のなかでは比較的大型の種に属するにもかかわらず、スミスネズミ、ヒメネズミ、アカネズミおよびハツカネズミなどの小型種と同様に、感染の早期に死亡したことである。また宿主の感染率や虫体の回収率においても、ゴールデンハムスターは比較的高い値を示し、オオヒラハイキュウチュウに感受性を有した。さらに虫体の発育では Fig. 15 に示したように、テンジクネズミを除く他の鼠類とはほぼ同様な発育状況を示したことが注目される。ハタネズミ亜科のスミスネズミにおいても、オオヒラハイキュウチュウの感染により死亡する宿主がみられた。しかし宿主の感染率や虫体の回収率は、ゴールデンハムスターに比較して低い傾向にあった。オオヒラハイキュウチュウによる感染を試みた供試動物を、実験結果に基づいて大別してみると、1) 宿主の肺臓に虫嚢腫が認められたクマネズミ属の鼠類、2) 虫嚢腫が認められず死亡した鼠類、すなわちゴールデンハムスター、スミスネズミ、ヒメネズミ、アカネズミおよびハツカネズミ、3) 虫体の発育が著しく遅延したテンジクネズミ、の3群に分けることができる。ただし、この場合 1) のグループと 2) のグループに属する鼠類では、虫体は同様な発育状況を示した。

以上のように、キヌゲネズミ亜科のゴールデンハムスターおよびハタネズミ亜科のスミスネズミのそれぞれと、オオヒラハイキュウチュウの宿主寄生体関係は、ヒメネズミ、アカネズミおよびハツカネズミなどネズミ亜科の鼠類と、オオヒラハイキュウチュウの関係にはほぼ一致した。したがって上記の宿主寄生体関係についての資料は、キヌゲネズミ亜科を科に昇格させて、ネズミ科からこれを分離することに反対する Ellerman and Morrison-Scott (1951) の意見に一致するものといえよう。ところで自然界における肺吸虫と宿主哺乳類との関係は、1 寄生虫 1 宿主というような厳密なものではなく、その終宿主は哺乳綱のなかの若干の目にまで及んでいることが知られている。これは、宿主寄生体関係が宿主の感受性や寄生虫の感染性だけに依存しているのではなく、宿主の生態が大きく関与しているためと考えられる。したがって、ここで述べたキヌゲネズミ亜科やハタネズミ亜科の分類学的位置についての見解は、宿主の生態を除外し、純粋に実験条件下における宿主の感受性や肺吸虫の側面だけから論じられたものである。

このように、宿主寄生体関係から鼠類の科ないしは亜科レベルの分類を検討したところ、オオヒラハイキュウチュウに対する鼠類の感受性を指標として、その分類学的側面に言及することは、ある程度可能であることが知られた。とくに鼠類の種の差異は宿主の感染率や虫体の回収率、虫嚢腫形成の有無、宿主の生死、さらには虫体の発育の違い、などの点で明らかに現われた。

2) 宿主寄生体関係と鼠類の生態

鼠類の生態と肺吸虫による感染との関係を自然界のものについてみると、ドブネズミおよびハタネズミはオオヒラハイキュウチュウの自然終宿主とされ、さらにドブネズミはコガタオオヒラハイキュウチュウの終宿主としても記録されている。すなわちオオヒラハイキュウチュウの基産地である熊本県球磨川河口のドブネズミ15頭のうち3頭(20%)では、この肺吸虫の寄生が認められている(宮崎・池田, 1952)。また大阪府新淀川に生息するドブネズミ31頭のうち25頭(80.6%)では、コガタオオヒラハイキュウチュウが見出されている(一色ら, 1960)。一方、横川ら(1957c)は南伊豆地方のハタネズミとアカネズミについて、オオヒラハイキュウチュウの寄生状況を調査している。それによると、ハタネズミ24頭のうち2頭(8.3%)の肺臓に虫嚢腫は認められたが、虫体は全く見出されていない。しかし、虫嚢腫内に見出された虫卵の形態から、この鼠における寄生はオオヒラハイキュウチュウによるものと同定されてい

る。なお、アカネズミ12頭についての調査では、オオヒラハイキュウチュウの寄生が全く認められていない。

現在、肺吸虫の終宿主として知られている鼠類は、上記ドブネズミとハタネズミの2種だけで、他の日本産鼠類では肺吸虫による自然感染が全く証明されていない。これは、自然界における鼠類についての肺吸虫調査が、不十分なことにもよるものと考えられる。ここでは、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウに対する供試鼠類の感受性と、その生態について検討し、鼠類と肺吸虫の自然界における接触の機会についても言及したい。

ドブネズミは住家性の鼠で、低湿地を好んで穴居生活を営む。この習性から、ドブネズミはオオヒラハイキュウチュウやコガタオオヒラハイキュウチュウの、第2中間宿主ベンケイガニ類の生息地である河口の低湿地へ頻繁に出没し、これらの肺吸虫に感染するものと考えられる。また一般にドブネズミは日本産鼠類のなかでは動物質の餌を好む種といわれている。平岩ら(1959)が試みた宮崎県延岡市サギ島での調査によれば、水辺に近いところでは鼠の孔口にカニや貝の残骸が認められ、水辺近くに生息する鼠は、動物質を摂る率が高いのではないかという。このようなドブネズミの習性から推して、この鼠がオオヒラハイキュウチュウやコガタオオヒラハイキュウチュウの自然終宿主として、記録されていることは当然のことといえよう。一方、ミヤザキハイキュウチュウの第2中間宿主であるサワガニと、ドブネズミが接触する機会は全くないとはいえない。渡辺(1962)によれば、ドブネズミが山林においても加害すると述べていることから、この鼠が山間部にも生息することは確実である。また宇田川(1954)は長野県の本曾御岳を中心に、ドブネズミが2年生のヒノキ造林地を全滅させたことを報じている。上述のようにドブネズミは住家性の鼠であるが、この場合にはササの結実によって、この鼠が野鼠化したものと考えられるという。さらに宮尾ら(1964)によれば、志賀高原では海拔1,300 mから2,300 mの範囲にわたって、ドブネズミが四季を通じて捕獲されるという。これは、志賀高原では旅館その他の宿泊施設などがあり、鼠の餌となる残飯やゴミが1年中大量にまき散らされていることに帰因するという。このように、本曾御岳ならびに志賀高原では、ドブネズミの分布はその食糧となる餌と密接な関係にある。したがって、同様な条件が満たされた地域では、ドブネズミはかなりの高所山地にも生息しているといえよう。今回の感染実験によるミヤザキハイキュウチュウでは、ドブネズミの肺臓に虫嚢腫の形成が認められ、虫体は十分に成熟しうることが証明された。これらのことから、この肺吸虫の分布域でドブネズミの調査を試みれば、その自然感染を証明しうる可能性は極めて高いものと考えられる。

ハタネズミは一般には高燥の地を選んで地下に営巣する。たとえば水田の畦畔、堤防の傾斜面や畑等を最も好んで営巣するほか、山林、原野、川原等にも生息するという(渡辺, 1962)。またハタネズミは植物性の餌を主に摂り、動物性の餌は比較的少ないが、昆虫類や貝類をも食べるという(渡辺, 1962)。このことから、オオヒラハイキュウチュウの第2中間宿主であるベンケイガニ類と、この鼠との接触はありうる。しかしハタネズミの小形体制や食性の面からみて、ドブネズミほど肺吸虫による感染の機会は多くないものといえる。

この実験に供試された上記ドブネズミを除く野生鼠類のうち、クマネズミは高燥地を好んで生息するが、山地にみられることは割合に少なく、したがってミヤザキハイキュウチュウの第2中間宿主であるサワガニとの接触の機会は、比較的に少ないと思われる。またクマネズミはベンケイガニ類の生息する河口の低湿地に生息することも少なく、動物食に対する嗜好性もドブネズミよりはかなり劣る。しかしオオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアによるクマネズミでの経口感染では、両種の肺吸虫がこの鼠において成熟し、宿主の肺臓に虫嚢腫も認められた。クマネズミは上述のように一般に湿気を好まず、ド

ブネズミとはかなり習性を異にする種であるが、この鼠においてオオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウが成熟したことは、自然界における感染の可能性を示唆している。しかしミヤザキハイキュウチュウによるクマネズミでの感染実験では、鼠の感染率や虫体の回収率において、クマネズミ属のドブネズミやダイコクネズミに劣っていたことが注目される。

供試されたスミスネズミは、ハタネズミ同様に日本特産の鼠であり、一般に高地森林に生息するが、山麓や低地にもみられる。吉田 (1969) によれば、福岡県では低地にもスミスネズミがかなり普通に分布しているが、高地に比較して個体数が著しく少ないという。オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアによるスミスネズミでの経口感染では、宿主の肺臓に虫嚢腫は形成されなかったが、虫体は十分に成熟し、その大きさも他種の鼠類寄生の虫体に比較して、いくぶん大きい傾向にあった。このことはスミスネズミがハタネズミ亜科に属し、その近縁属のハタネズミがオオヒラハイキュウチュウの終宿主として、記録されていることと考え合わせ興味深い。しかし上述のようなスミスネズミの生息場所から考えて、この鼠がオオヒラハイキュウチュウの第2中間宿主であるベンケイガニ類と接触する機会は、ほとんどないものと考えられる。一方、ミヤザキハイキュウチュウの第2中間宿主であるサワガニとスミスネズミが、その生活環境を同じくすることは考えられるが、今回はこの肺吸虫による感染実験は試みられなかった。このためスミスネズミにおけるミヤザキハイキュウチュウの成熟については不明である。

渡辺 (1962) によれば、ヒメネズミは専ら林地内を生息場所としており、農耕地で捕獲されることはなく、また食性としては種実を好食するという。白石 (1968) は福岡県久留米市長門石町地先の筑後川高水敷において、ニホンジュウケツキュウチュウ *Schistosoma japonicum* (Katsurada) と、野鼠の関係について調査を試みている。その際に捕獲された鼠はハタネズミ、シコクカヤネズミ *Micromys minutus japonicus* Thomas およびアカネズミの3種で、ヒメネズミは捕獲されていない。一方、内田ら (1998) は福岡県清水山において、標高 100 m から 200 m の地点で小哺乳類の分布調査を試み、ヒメネズミ142頭、アカネズミ130頭およびスミスネズミ24頭を捕獲している。これらのことから、ヒメネズミは平野部ではみられないが、山林ではかなり低地にも生息しうる鼠であることがわかる。今回の感染実験ではオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの両種が、この鼠において成熟することは確認されたが、虫嚢腫は見出されなかった。ヒメネズミの生息場所から考えると、ミヤザキハイキュウチュウの第2中間宿主であるサワガニと、この鼠が遭遇することは十分にありうるが、カニを捕食するかどうかは疑問である。一方、オオヒラハイキュウチュウの第2中間宿主であるベンケイガニ類とヒメネズミとの接触は、ほとんどないものと考えられる。

ヒメネズミと同じくアカネズミ属に属するアカネズミは、主として山林および林縁部に生息するが、平野部では湿田地帯に生息することはない、山麓に近い乾田あるいは畑に接したところで稀にみられるという (渡辺, 1962)。またアカネズミは一般には種実を好むようであるが、動物質の餌も少しは食べるといわれている (今泉, 1949)。アカネズミにオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、経口的に投与したところ、オオヒラハイキュウチュウでは感染が成立し虫体の成熟も認められたが、ミヤザキハイキュウチュウでは感染は全く成立しなかった。しかしオオヒラハイキュウチュウにおいても、宿主の肺臓に虫嚢腫は見出されなかった。上述のようなアカネズミの生態から、この鼠はオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの双方の第2中間宿主であるカニ類と接触しうる。しかしミヤザキハイキュウチュウの場合は、この実験の結果から、たとえアカネズミがサワガニを捕食しても、この肺吸虫に感染することはないものと推察される。一方、オオヒラハイキュウチュウ

ウにおいては、海岸にせまった山麓地帯などでは、ベンケイガニ類とアカネズミが遭遇する機会はあるものと思われるが、横川ら (1957c) の調査ではアカネズミでのオオヒラハイキウチュウの寄生が、認められていないことは既述のとおりである。しかし実験的にはこの鼠で虫体が成熟したことから、今後、アカネズミが自然終宿主として追加される可能性はある。

このように自然界では鼠類の生態—とくにその生息場所や食性—と肺吸虫による感染との間には密接な関係が存在する。すなわち、実験的に肺吸虫に対して高い感受性を示す宿主であっても、その宿主の習性において肺吸虫の第2中間宿主であるカニ類と接触し、しかもカニ類を捕食しなければ、自然界での感染はありえない。白石 (1968) は自己の調査結果に基づき、ニホンジウケツキウチュウと鼠類の関係を生態学的な面から考察している。それによると、ハタネズミ68頭のうち38頭 (55.9%)、シコクカヤネズミ15頭のうち1頭 (6.7%) およびアカネズミ2頭のうち2頭で、ニホンジウケツキウチュウの感染を認めている。これらの3種鼠類のうち、同じ高水敷の定住者でありながら、ハタネズミとシコクカヤネズミの感染率に著しい差がみられるのは、両者の生態における相違によるところが大きいとして、同氏 (1968) は鼠類の生態が寄生虫の感染に及ぼす影響を指摘している。さらに白石 (1968) は筑後川高水敷では、アカネズミやシコクカヤネズミの生息数が少ないこと、前者の鼠はこの高水敷の定住者とは考えられず、また後者における感染率が低いことなどから、これらの鼠は保虫宿主としての重要度が低く、保虫宿主として最も重要視される野鼠はハタネズミであると述べている。肺吸虫についての自然界におけるこのような調査研究は少ない。しかし今後は宿主寄生体関係を追究していく上で、実験条件下での結果だけによることなく、自然界での調査をも考え合わせ検討がなされねばならない。

一方、野生種の動物に寄生虫を感染させ、宿主の動物地理学的な側面を検討した報告がみられる。すなわち、Sprent (1962) はオーストラリア産の哺乳類を在来種と外来種に分け、これらの動物に線虫の1種 *Amplificaeum robertsi* を実験的に感染させている。この線虫はニシキヘビ亜科 Pythoninae に属する *Morela spilotes variegatus* Gray を終宿主とし、その胃で成虫になる。Sprent (1962) の報告によると、このヘビはオーストラリアがアジア大陸から分離した頃から、この地に生息していたことが知られているという。また同氏 (1962) によれば *Amplificaeum* 属の線虫は Queensland では比較的普通にみられるが、それ以外の大陸では全く報告されていない。したがって、この線虫はオーストラリア在来の寄生虫であるという。一方、*A. robertsi* にとって哺乳類は中間宿主としての役割を果たしている。Sprent (1962) はその中間宿主として在来種にはバンディクートの1種 *Isodon macrourus* (Gould)、フクロギツネ *Trichosurus vulpecula* (Kerr)、および鼠類の *Rattus assimilis* Gould, *R. conatus* Thomas, *Melomys cervinipes* (Gould), *M. littoralis* (Lönnerberg), *Uromys caudimaculatus* (Krefft) の計7種、また外来種には *Rattus rattus*, *R. norvegicus*, *Cavia cobaya* の3種の哺乳類を当て、これらの動物における線虫の発育比較を試みている。それによると、在来種の哺乳類では、この線虫 *A. robertsi* は3~4カ月の間によく発育し、平均体長 50 mm~70 mm を測っている。これに対し外来種のクマネズミ、ドブネズミおよびテナジクネズミに感染した線虫では、3~4カ月の間に平均体長 10 mm~30 mm を測り、これらの動物での虫体の発育は著しく悪い傾向を示している。

徳田 (1970) によれば、オーストラリアで高度に固有化している土着種の鼠類の祖先は、理論的にはオーストラリアに有袋類の祖先が渡来した頃と、相い前後して到来したものと考えられるという。このことはオーストラリアに土着する哺乳類は、鼠類の *Melomys* や *Uromys* をも含めて、歴史的に古い背景を有することを示唆している。Sprent (1962) は在来種の動物における *A. robertsi* の発育が、外来種でのそれよりも良好であった理由は、明らかでないと述べて

いるが、さらに次のように付言している。すなわち、この場合、在来種において免疫学的な反応が弱くなったことによって、虫体に対して、より好適な環境を提供したのかも知れず、あるいはまた在来種であるという特殊な宿主の生理学的または解剖学的特徴の何らかの要素が、虫体の發育を促したのではないかと考察している。以上のように、その土地において歴史性を有する宿主と、そうでない宿主との間に、寄生虫の發育面で相違がみられた事実は、*A. robertsi*の宿主に対する寄生的適応という点から興味深い。また、このことは宿主寄生体関係を解明していく上で、重要な示唆を与えるものといえる。

宿主と寄生虫の関係はこのように動物地理学的な面からも興味ある問題である。今回の実験に供試された鼠類のうち、スミスネズミ、ヒメネズミおよびアカネズミは日本特産の在来種であり、他の鼠類は外来種である。しかし虫体の發育という点では、供試鼠類を在来種と外来種に区別することは不可能であった。

以上述べたように、宿主鼠類の生態は宿主寄生体関係に重要な役割を果していることが知られ、自然界では鼠類の生態が宿主の感受性や寄生虫の感染性に先行していることが判明した。なかでも宿主の生息場所とその食性は、肺吸虫のように受動的に宿主へ感染する寄生虫の場合、とくにその重要度が大きい。それは感染の機会、宿主がその中間宿主のカニ類を捕食するか否か、にかかっているからである。

3. オオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウの鼠胸腔内移植によるメタセルカリアの脱囊と虫体の移行、發育

オオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウの終宿主体内における移行や發育については、とくに前者の肺吸虫で多くの研究成果がみられ、後者の肺吸虫についてもその移行や發育が究明されつつある。それによると移行経路の肝臓における滞在期間はミヤザキハイキュウチュウの場合、オオヒラハイキュウチュウのそれよりも長期にわたるといわれている(横川ら, 1964 a, b; 多田, 1969)。従来、オオヒラハイキュウチュウが宿主の肝臓に穿入する事実については、種々の論議がなされている。すなわち富田(1956)はダイコクネズミの肝臓に虫体が穿入する時期では、肺臓よりも肝臓の方が虫体の生存条件に適した何らかの要素があると述べている。また大倉(1963 b)はオオヒラハイキュウチュウの幼成虫(young adult)—メタセルカリアの脱囊後から虫体の成熟前までのものをダイコクネズミの胸腔内に移植実験している。その結果から同氏(1963 b)は、肝臓が虫体の發育に不可欠な侵入部位とは考えられないが、経口感染において、ほとんど全ての個体が肝臓に穿入するという事実を、単に肝臓の解剖学的な位置によるものとして、無視するわけにはいかないと指摘している。一方、Yokogawa *et al.* (1962)はネコおよび鼠に感染したウェステルマンハイキュウチュウについて、移行経路を追究したところ、この肺吸虫では腹壁筋肉に侵入する時期はみられるが、肝臓への穿入は常道とは考えられないとして、オオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウにおける移行経路との差異を明らかにした。

このように、肺吸虫あるいは宿主の種によって、虫体の宿主肝臓に対する特異性—臓器特異性—に違いがみられることは、虫体の發育、ひいては宿主寄生体関係の面から興味深い問題である。しかしオオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウが何故に、宿主の肝臓へ移行するのか、また肝臓へ移行しないと虫体は發育できないのか、などの点についてはなお検討の余地が残されている。肺吸虫にとって、宿主の胸腔および肺臓、なかでも肺臓は最終の移行部位といえ、ここで虫体は虫嚢腫を形成して成熟し生殖を営む。そこで、この実験では最終移行部位である宿主の胸腔に、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアをそれぞれ移植した。その後、鼠を剖検してメタセルカリアの脱囊状況や虫体の移

行、発育について、兩種肺吸虫の比較検討を試みた。さらに宿主としては兩種の肺吸虫に対して、感受性の差異が認められたハツカネズミとダイコクネズミを選び、これらの鼠における種間の比較をも試みたので、その結果について考察したい。

1) メタセルカリアの脱嚢と虫体の回収率

今回、鼠の胸腔内にメタセルカリアを移植して得られたオオヒラハイキュウチュウの回収率は、ハツカネズミで平均48%、ダイコクネズミで77%であり、ミヤザキハイキュウチュウのそれは前者の鼠で20%、後者で32%であった。これらの回収率をこの実験の経口感染における結果と比較してみると大差はなく、メタセルカリアは宿主の胸腔で脱嚢し、兩種の肺吸虫は経口感染の場合と同様によく感染したといえよう。

兩種肺吸虫の鼠胸腔内移植においては、オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアは、より高率に脱嚢して感染する傾向にあった。これは、オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアの内膜が、ミヤザキハイキュウチュウのそれに比べてかなり薄いこと、またオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアは、47.5°C 以上の水道水や1%以下の塩水中で容易に脱嚢する(米良, 1951), という形態や性質によるものと考えられる。しかし兩種の肺吸虫に対する鼠類の感受性またはメタセルカリアの脱嚢能力や、その後の脱嚢幼虫の感染能力なども、虫体の回収率に影響を与える要因と考えられる。

そこでミヤザキハイキュウチュウについて、メタセルカリアの脱嚢経過を追究した。その結果は Table 24 に示したように、ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアは、鼠の胸腔に移植された後9時間から12時間に脱嚢するものは少なく、大部分が24時間を経過した後に脱嚢した。しかし移植96時間後には未脱嚢幼虫は死亡し始め、144時間後には全ての未脱嚢幼虫は死滅していた。大倉(1963 a)によれば、オオヒラハイキュウチュウによるダイコクネズミでの経口感染では、そのメタセルカリアは投与後1時間から6時間に大部分が脱嚢を完了したという。これらの脱嚢時間は条件が異なるために、同一レベルでの比較は困難である。しかし少なくともオオヒラハイキュウチュウの脱嚢は、ミヤザキハイキュウチュウのそれに比べてかなり早い時間に行なわれるようである。ミヤザキハイキュウチュウの胸腔内移植によるメタセルカリアの脱嚢時間は遅延し死亡個体が見られ、また、ミヤザキハイキュウチュウによる経口感染においても、虫体の回収率は低い傾向にあった。これらのことから胸腔内移植による虫体の低い回収率は、ミヤザキハイキュウチュウに対するハツカネズミや、ダイコクネズミの感受性が低いためばかりでなく、メタセルカリアの低い脱嚢能力という生物学的因子にも影響されているものと考えられる。したがって、ハツカネズミやダイコクネズミの経口感染においても、ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアは宿主の小腸で脱嚢しえず、一部のものは糞便と共に宿主の体外へ排泄され、ために低い回収率が得られたものと思われる。

従来、ウェステルマンハイキュウチュウの脱嚢促進因子としては温度、浸透圧、pH、塩酸イオン、胆汁酸、消化酵素および機械的刺激などがあげられている(大島, 1956; 大島ら, 1957; 高野ら, 1957; 横川ら, 1959 a)。大島(1956)はこれらの脱嚢促進因子について検討し、結局 pH および温度が最も重要な因子であり、機械的刺激がそれを助長としている。さらに同氏(1956)はウェステルマンハイキュウチュウのメタセルカリアを、ハツカネズミの腹腔に移植した結果、充分脱嚢したことから、消化酵素は脱嚢に関与しないと述べている。近年、加茂・前島(1966 a, b)はウェステルマンハイキュウチュウと、ミヤザキハイキュウチュウの脱嚢因子や脱嚢能力について検討し、兩種メタセルカリアの脱嚢が消化酵素に影響されないことを確認している。しかし肺吸虫メタセルカリアの脱嚢に関しては、なお異論が残されている。したがって、正常な感染経路ではないが、メタセルカリアを宿主の胸腔内に移植し、そ

の脱糞状況や感染を追究することは、幼虫の生体内での反応を探る一つの方法と考えられる。

以上述べたように、両種肺吸虫の脱糞率および虫体の回収率には、肺吸虫の種または鼠の種による明らかな差異が認められた。またオオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウの脱糞率および回収率は、ダイコクネズミにおいてハツカネズミよりも高い値を示した。このことは両種の肺吸虫に対するダイコクネズミの感受性が、ハツカネズミのそれよりも強いことを示唆している。

2) 肺吸虫の鼠胸腔内移植における移行

オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウによる鼠類での経口感染では、いずれの肺吸虫も宿主の肝臓に移行したのち、胸腔に到達して肺臓に虫嚢腫を形成するのが主な移行経路であることはすでに述べた。ところがオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアを、ハツカネズミとダイコクネズミの胸腔内に移植した今回の実験では、いずれの鼠においても虫体の多くは、腹腔へ移行して肝臓に穿入することなく、宿主の胸腔にとどまり肺臓に虫嚢腫を形成する傾向にあった。一方、ダイコクネズミの胸腔に移植されたミヤザキハイキュウチュウでは、その大部分が腹腔へ移行して肝臓または腹壁筋肉に穿入したのち、虫体は再び胸腔へ移行して肺臓に虫嚢腫を形成する傾向にあった。またハツカネズミにおいても、移植されたミヤザキハイキュウチュウは、ほぼ同様な移行状況を示すようであった。このように肺吸虫の種の違いによって、虫体の臓器(肝臓)特異性に差異が見出された。またオオヒラハイキュウチュウの場合には、経口感染における移行と胸腔内移植によるそれにも差異が認められた。これらの事実は宿主寄生体関係という面から興味ある問題といえる。

Fig. 17 は両種肺吸虫のメタセルカリアを、ハツカネズミとダイコクネズミの胸腔内に移植し、回収された虫体総数に対する腹腔移行の虫体(肝臓穿入、腹腔遊離、腹壁筋肉穿入)の割合を各剖検日ごとに示している。この場合、腹腔に遊離または腹壁筋肉に穿入していた虫体は、その多くが肝臓への移行前後のものと考えられる。したがって腹腔へ移行した虫体のほとんどは、肝臓に穿入するものとして取り扱うことにする。Fig. 17 によると、ダイコクネズミに移植されたミヤザキハイキュウチュウでは、移植後6日から26日の間に大部分の虫体は、腹腔へ移行して肝臓に穿入し、移植16日および18日後には回収された虫体の全てが腹腔、肝臓および腹壁筋肉などで見出された。その後、虫体は再び胸腔へ移行して、移植後30日以降には宿主肺臓の虫嚢腫内に多くの虫体が見出された。

これに反し、ダイコクネズミの胸腔に移植されたオオヒラハイキュウチュウは、そのほとんどが胸腔にとどまり、移植後17日以降には宿主の肺臓に虫嚢腫を形成した。このようにオオヒラハイキュウチュウは宿主の胸腔ならびに肺臓だけで、その寄生生活を営む傾向にあった。しかし例外的にはオオヒラハイキュウチュウにおいて、移植12日から17日後に、腹腔へ移行して肝臓に穿入していた個体もわずかながら認められた。

一方、ハツカネズミにおける両種肺吸虫の移植では、オオヒラハイキュウチュウの場合、回収された269個体のうち、わずか1.5%にあたる4個体が腹腔と肝臓で見出されたにすぎない。この結果はオオヒラハイキュウチュウのダイコクネズミにおけるそれとほぼ一致したが、宿主の肺臓に虫嚢腫はみられなかった。またミヤザキハイキュウチュウによるハツカネズミの胸腔内移植では、この肺吸虫のダイコクネズミでの結果とは異なり、腹腔へ移行して肝臓に穿入していた虫体は比較的少ない傾向にあった。すなわち腹腔へ移行していた虫体は、見出された虫体総数の17.4%にあたる8個体にすぎず、宿主の肺臓に虫嚢腫も認められなかった。

オオヒラハイキュウチュウのダイコクネズミにおける経口感染では、虫体は10日目頃から肝臓に侵入し始め、14日後には見出された虫体総数の73.6%が肝臓に穿入し、肺臓における虫嚢

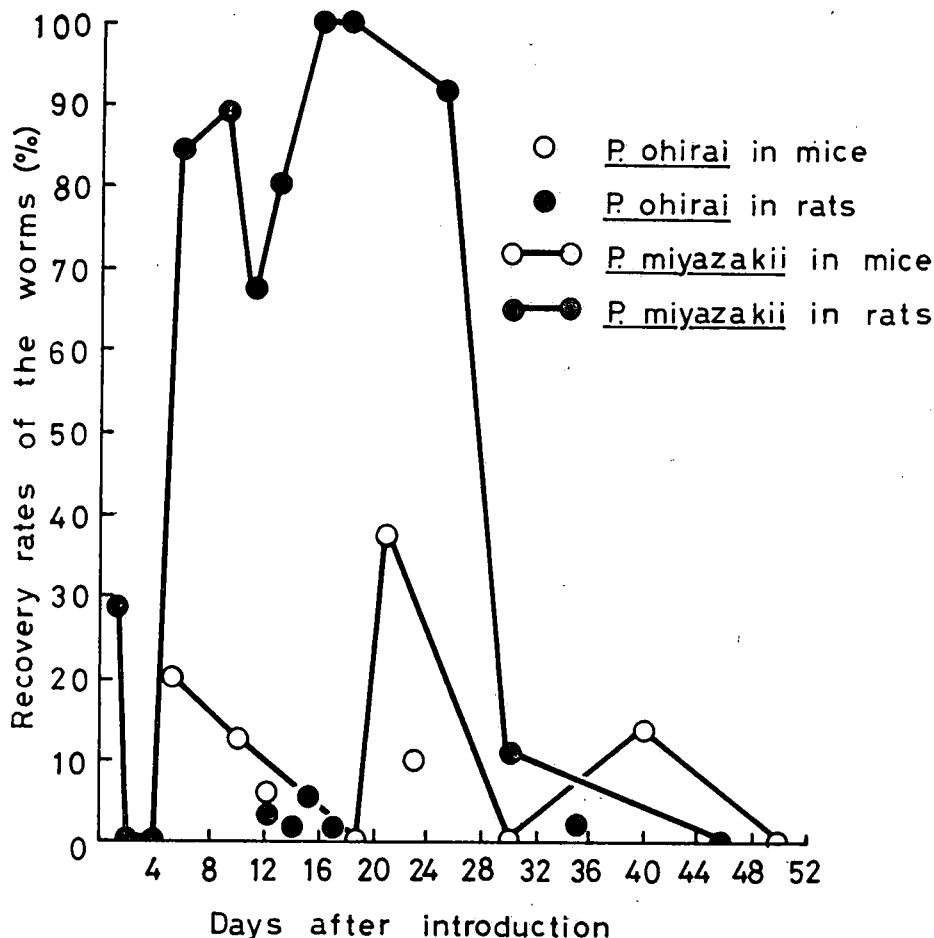


Figure 17. Comparisons of the recovery percentage of *P. ohirai* and *P. miyazakii* from the liver, peritoneal cavity and muscles of albino mice and rats, per total numbers of the worms recovered in each examination.

腫は感染21日あるいは30日後に認められるという(宮崎, 1949; 大倉, 1963a)。一方, ハツカネズミにおけるオオヒラハイキュウチュウの移行経路を追究した報告は少ない。今回の経口感染によるハツカネズミでの結果 (Tables 4~7) では, 感染18日から35日後に合計345個体の虫体が回収された。そのうち285個体はハツカネズミの腹腔, 肝臓および腹壁筋肉から回収され, 残りの60個体は胸腔と肺臓から見出されたが, 虫嚢腫は形成されていなかった。以上述べたように, オオヒラハイキュウチュウの経口感染によって得られた結果と, 胸腔内移植によって得られた結果との間には顕著な違いが認められた。すなわちオオヒラハイキュウチュウによるダイコクネズミとハツカネズミの胸腔内への移植では, 虫体は宿主の肝臓へ移行することなく, 肺臓の虫嚢腫または胸腔内で寄生することが知られた。一方, ミヤザキハイキュウチュウはオオヒラハイキュウチュウに比べ, かなり長期にわたって宿主の肝臓に滞在するといわれている。多田(1969)は, この肺吸虫によるダイコクネズミの経口感染において感染20日, 30日, 56日および70日後に, 宿主の腹腔から虫体を回収している。また今回のダイコクネズミにおける同様な実験でも感染20日, 30日, 35日, 45日, 58日および65日後に腹腔や肝臓から虫体が回収された。これらの経口感染における虫体の諸臓器への移行時期は, 胸腔内移植での結果とは

ば一致したことは注目される。

ハツカネズミでのミヤザキハイキュウチュウによる経口感染で、吉田 (1970) は32頭の鼠に5～15個のメタセルカリアを投与している。これらの鼠を同氏 (1970) は感染57日から128日後に剖検したところ、14頭の鼠の胸腔と腹腔から19個体を回収したと報告している。この実験の経口感染では感染30日から65日後にハツカネズミを剖検した。このため感染の初期における虫体の移行状態についての詳細は不明であった。しかし感染62日や65日後でも宿主の腹腔および肝臓から虫体が回収されたので、これらの部位での虫体の滞在期間は、ダイコクネズミでの感染と同様に、かなり長期にわたるものと考えられる。ハツカネズミの胸腔内にミヤザキハイキュウチュウを移植した場合、虫体は5日、10日、21日、40日および70日後に腹腔から見出された。また剖検されたほとんどの鼠の肝臓には、虫体の穿入による病変が多数認められた。これらのことから、ハツカネズミの胸腔内に移植されたミヤザキハイキュウチュウは、ダイコクネズミでの結果ほど顕著ではないが、宿主の腹腔へ移行して肝臓に穿入したものと推察される。

以上のことから、ハツカネズミとダイコクネズミにおけるオオヒラハイキュウチュウと、ミヤザキハイキュウチュウの宿主肝臓に対する臓器特異性は、ミヤザキハイキュウチュウにおいてより強いものといえる。またミヤザキハイキュウチュウに対し弱い感受性を示したハツカネズミでは、この肺吸虫の宿主肝臓に対する臓器特異性が不明瞭な傾向にあった。

3) 肺吸虫の鼠胸腔内移植における発育

ハツカネズミおよびダイコクネズミの胸腔内に移植されたオオヒラハイキュウチュウと、ミヤザキハイキュウチュウの発育状況は、Fig. 18 に示したとおりである。それによると、両種の鼠におけるオオヒラハイキュウチュウは比較的短期間に成熟し、虫体長も大きい傾向がみら

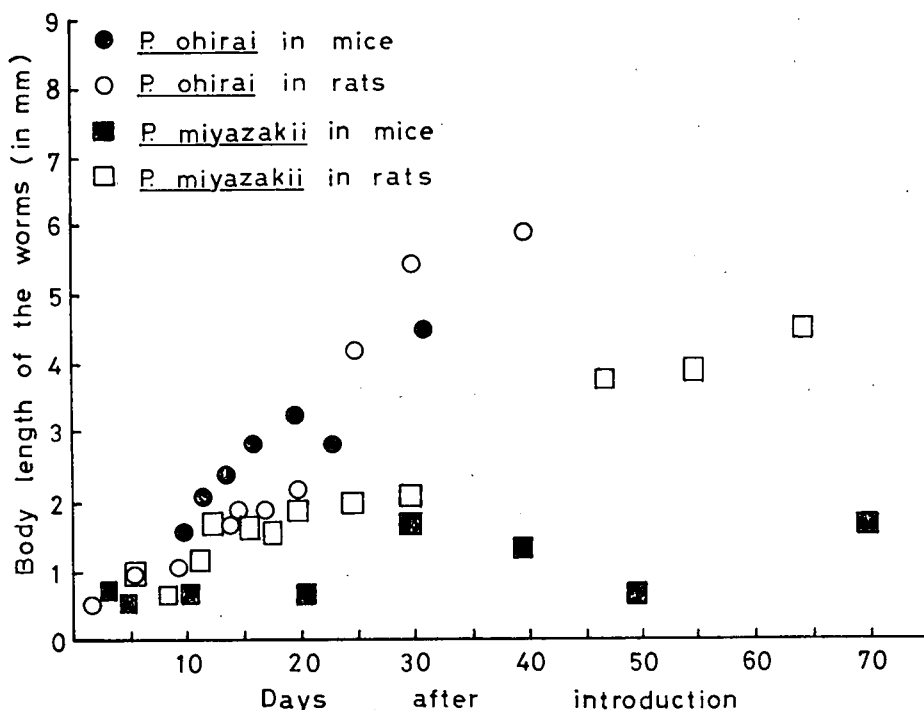


Figure 18. Growth, expressed as increase in body length of *P. ohirai* and *P. miyazakii* in albino mice and rats transplanted with the metacercariae into their pleural cavities.

れた。これに反してミヤザキハイキュウチュウはダイコクネズミでの生長がゆるやかで、その成熟時期は遅延した。またハツカネズミでは移植後3日から70日の間に、虫体の発育はほとんど認められなかった。一方、鼠の種による両種肺吸虫の発育をみると、オオヒラハイキュウチュウの場合は移植後20日ないし24日頃まで、ハツカネズミでの発育が良好であったが、その後は逆転してダイコクネズミでの発育が良好であった。この時期に逆転がみられたことは、ダイコクネズミの肺臓で虫嚢腫の形成が盛んであり、虫体は虫嚢腫内に寄生したことによって、その発育が促進されたことを示唆している。

一方、ミヤザキハイキュウチュウのハツカネズミとダイコクネズミにおける発育では、前者の鼠において、虫体の計測値は不規則な変動を示したのに対し、後者の鼠ではゆるやかではあるが、順調な発育を示す計測値が得られた。Table 23 によってハツカネズミにおける虫体の平均体長をみると、移植30日と70日後ではいずれも比較的大きな虫体が回収されている。移植30日後には見出された虫体数がわずかに2個体で、これらの虫体はいずれも比較的大きかった。また70日後には観察された虫体のうち最大の個体 6.5×2.0 mm が得られた。したがって虫体の平均体長では、これらがそれぞれの平均値を大きくしているものと考えられる。また Table 32 に示したように、ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、ハツカネズミの胸腔内に移植して得られた虫体は、この肺吸虫による経口感染での虫体と同様に、同一剖検日（感染後70日）の鼠（3頭）でもその発育に著しい違いがみられた。これら7個体のうち1個体（No. 3）は肝臓に穿入、また1個体（No. 4）は腹腔に遊離して見出され、残りの5個体（Nos. 1, 2, 5, 6, 7）はいずれも宿主の胸腔に遊離していた。

Table 32. Measurements of the worms recovered from the albino mice in which 10 metacercariae each of *P. miyazakii* were transplanted into the pleural cavity (in mm)

Worm no.	Body		Oral sucker		Ventral sucker	
	length	width	length	width	length	width
1	0.61	0.41	0.07	0.11	0.14	0.19
2	0.99	0.38	0.11	0.11	0.15	0.14
3	0.69	0.46	0.08	0.11	0.14	0.18
4	0.83	0.49	0.08	0.09	0.14	0.16
5	0.55	0.44	0.08	0.11	—	—
6	2.32	0.84	0.42	0.14	0.26	0.26
7	6.52	2.04	—	—	—	—

虫体の子宮内虫卵についてみると、オオヒラハイキュウチュウによるダイコクネズミでは、25日後に31個体のうち14個体（45.2%）において、またハツカネズミでは31日後に4個体のうち2個体（50%）においてこれが初めて認められた。またミヤザキハイキュウチュウによるダイコクネズミでの移植では、55日後に9個体のうち1個体（11.1%）で虫卵がみられたが、ハツカネズミでは全くこれが観察されなかった。経口感染において子宮内虫卵がみられた時期は、オオヒラハイキュウチュウによるダイコクネズミ感染の場合には27日後（宮崎，1940，1944），28日後（大倉，1963 b）および30日後（川島ら，1966 a）であり、ハツカネズミ感染の場合には25日後（Table 8）であった。またミヤザキハイキュウチュウによるダイコクネズミの経口感染では、子宮内虫卵が56日後（川島ら，1966 a）に認められ、今回の同様な感染では50日後にこれが見出された。これらメタセルカリアの経口感染における結果と胸腔内移植におけるそれを、同種の肺吸虫についてそれぞれ比較すると両者の間に大差は認められなかった。このよ

うに経口感染または胸腔内移植のどちらにおいても、両種肺吸虫の虫体はそれぞれ同様な発育経過を示すことが知られた。

胸腔内移植ならびに経口感染によって得られた虫体の体長を比較すると、ミヤザキハイキュウチュウにおいてはとくに差異を認めなかった。しかしオオヒラハイキュウチュウでは経口感染による虫体が、ハツカネズミおよびダイコクネズミのいずれの宿主においても大きい傾向にあった (Figs. 15, 18)。すなわちハツカネズミについてみると、オオヒラハイキュウチュウの経口感染および胸腔内移植による虫体の平均計測値は、それぞれ10日後 1.7×0.5 mm および 1.1×0.5 mm, 20日後 4.5×2.0 mm および 2.1×1.2 mm, 40日後 7.3×3.0 mm および 6.0×3.7 mm であり、いずれの剖検日においても経口感染によって得られた虫体が、とくにその体長において大きかった。このことは胸腔内への移植によるオオヒラハイキュウチュウのほとんどが、宿主の肝臓へ移行することなく発育したことによるものと考えられる。大倉 (1963 b) はダイコクネズミにおけるオオヒラハイキュウチュウの経口感染において、大多数の虫体が宿主の肝臓へ移行していたことから次のように述べている。すなわち肝臓へ移行した虫体では、この臓器に穿入することによって、虫体はグリコーゲンその他の栄養物を吸収し、肝臓が虫体の発育に何らかの役割を演じているものと推測されるという。また川島ら (1966 b) はダイコクネズミにおけるミヤザキハイキュウチュウの異所寄生 heterotopic parasitism について観察したところ、肺臓以外に肝臓、腎臓および腹膜にも虫嚢腫を見出し、それぞれの部位から得られた虫体の発育を比較している。その結果、肝臓から回収された虫体の発育が最も良好で、肺臓からのものが最も劣っていたという。この肝臓から得られた虫体は、ミヤザキハイキュウチュウの正常な移行経路とされている肝臓、肺臓を経て再び肝臓に移行したものか、あるいは初めから肝臓にとどまって虫嚢腫を形成したものかわからないと同氏ら (1966 b) は指摘している。

以上のように、鼠類の胸腔に移植されたオオヒラハイキュウチュウと、ミヤザキハイキュウチュウの発育には、肺吸虫の種または鼠類の種による顕著な違いが認められた。

4. オオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウにおける単数感染ならびに両種肺吸虫による混合感染

オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア1個を、ダイコクネズミへ感染させた場合 (単数感染)、宿主の肺臓に虫嚢腫は認められず、虫体は胸腔に遊離してみられるという (横川ら, 1958; 富村ら, 1959; 大村, 1960)。またミヤザキハイキュウチュウにおいても、同様な傾向にあることが知られている (吉村・吉田, 1968; 吉田, 1970)。最近、吉村ら (1971) はサドハイキュウチュウについて単数感染を試み、虫嚢腫がみられないばかりか、得られた虫卵におけるミラシジウムの形成率は著しく低いことを明らかにしている。さらに同氏ら (1971) は組織学的な検討を試み、単数感染の虫体でも複数感染の虫体と同様に、正常な卵細胞形成や精子形成がみられ、(輸)精管や貯精嚢にも多数の精子が発見されたと報じている。肺吸虫は雌雄同体であるが、宿主の肺臓に形成される虫嚢腫内には通常2個体以上が寄生することや、単数感染における結果から、虫嚢腫の形成には2個体以上の虫体が関与し、虫体の生殖は相互交接 (他家受精) によるものと推測される。しかるに Fan and Chaing (1970) は台湾産のウェステルマンハイキュウチュウを、ダイコクネズミへ単数感染させたところ、宿主の肺臓に虫嚢腫がみられたと述べている。さらに同氏ら (1970) はこの場合に得られた虫卵は、ミラシジウムを生じたと報じている。日本産のウェステルマンハイキュウチュウは、複数感染においても非好適宿主の鼠寄生では発育しえないことが知られている (宮崎, 1946; 横川ら, 1959 b; 滝沢, 1964)。また単数感染では、この肺吸虫の好適宿主であるイヌにおいて、142日あるいは223日を経過しても、虫体はなお未成熟で虫嚢腫は全く認められなかったという (横川ら, 1960, 1961)。著

者が行なったウェステルマンハイキュウチュウによるイヌへの単数感染では、感染後94日を経過しても、虫体は未成熟で胸腔に遊離していたことを確認している。また Sogandares-Bernal (1966) によれば、アメリカ産のケリコットハイキュウチュウ *P. kellicotti* Ward の単数感染においても、虫体は成熟しえず胸腔に遊離していたという。

肺吸虫の寄生によってみられる虫嚢腫は、虫体の生殖の場と考えられるが、その形成機序や虫体の生殖については、なお異論がみられる。そこで、これらの点についての知見を得るため、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウを用いて、単数感染や混合感染を試みた結果について考察したい。

1) 単数感染における虫体の移行と発育

オオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウによるダイコクネズミへの単数感染では、宿主の感染率ならびに虫体の回収率は、それぞれ68.8%および63.2%であった。これらの値は、従来報告されている兩種肺吸虫での単数感染の結果、すなわちそれぞれ47.5% (横川ら, 1958 b), 44.6% (吉田, 1970) よりも高率を示した。またオオヒラハイキュウチュウの回収率は複数感染でのそれと大差はなく、ミヤザキハイキュウチュウではより高い値を示した。このように兩種の肺吸虫は単数感染においても、複数感染と同様によく感染することが明らかになった。

オオヒラハイキュウチュウの単数感染では、宿主肝臓への虫体の穿入は感染10日後に始まり、20日後には胸腔へ移行して肺臓に穿入していた。しかし虫嚢腫は全く認められず虫体は感染90日後に至っても胸腔に遊離し、肺臓では虫体の穿入による多数の病変がみられた。また虫体の子宮内虫卵は感染後25日に初めて見出され、虫体の体長や体幅は感染後17日から20日の間に急速な成長を示したが、その後の発育はゆるやかになる傾向にあった。今までオオヒラハイキュウチュウの単数感染では、終宿主体内での虫体の移行や発育経過については知られていない。著者の実験結果によれば、単数感染における虫体の移行や発育は、複数感染での結果とはほぼ一致することが明らかになった。しかしオオヒラハイキュウチュウの単数感染によるダイコクネズミの肺臓では、虫嚢腫は全く認められなかったことが注目される。またミヤザキハイキュウチュウの単数感染では、全ての鼠を感染後65日と70日に剖検した。その結果、オオヒラハイキュウチュウの場合と同様に虫嚢腫は見出されず、虫体は宿主の胸腔に遊離して成熟することが確認された。

2) 単数感染におけるミラシジウム形成

単数感染によって得られた虫卵のミラシジウム形成について検討した。しかしミヤザキハイキュウチュウでは産卵数が少なく、十分な資料が得られなかったので、ここでは主としてオオヒラハイキュウチュウで得られた結果を中心に考察を試みる。感染38日から84日後のオオヒラハイキュウチュウの虫卵を温度27, 28および 30°C でそれぞれ培養した。その結果、Table 29 に示したように、そのミラシジウム形成率は0~4.40%であった。これに反して、同一条件で培養した複数感染 (メタセルカリア30個の経口投与) での値は55.23~94.33%であった。それ故、単数および複数感染の両者間には著しい差異がみられ、単数感染でのミラシジウム形成率は非常に低率であることが知られた。また単数感染における虫卵内のミラシジウムは不活発であり、孵化までの培養日数はいずれの温度群でも長期に及ぶ傾向にあった。とくに温度 30°C の場合、複数感染では培養後12日に大部分の虫卵が孵化したのに対し、単数感染では24日後に至っても孵化が認められなかった。

今までに複数感染におけるオオヒラハイキュウチュウ卵の孵化については、佐野 (1959) に

よる報告がみられるが、単数感染の場合の孵化については全く検討されていない。一方、サドハイキュウチュウに関しては、最近、吉村 (1971) がこの問題を追究している。それによるとサドハイキュウチュウのミラシジウム形成率は、単数感染で0.76~2.57%、複数感染で78~86%であり、単数感染での成績が著しく低いことを明らかにしている。また同氏 (1971) は孵化までの培養日数が単数感染で23~25日であったのに対し、複数感染では16日であり、単数感染での培養日数は長期に及んだことを指摘している。これらのサドハイキュウチュウにおける結果は、今回得られたオオヒラハイキュウチュウでのそれにほぼ一致する。一方、Fan and Chang (1970) はイヌおよびネコに台湾産のウェステルマンハイキュウチュウを単数感染させ、この場合のミラシジウム形成率は9.52~22.86%であったことを報じているが、複数感染との比較を試みていない。

Smyth (1962) は二生目の吸虫では、自家あるいは他家受精の両方がみられるが、自家受精の方がより普通であると述べている。ところが、Bacha (1966) は同じ二生目の *Zygocotyle lunata* (Diesing) の単数感染について検討したところ、虫体は正常に発育したが、虫卵のミラシジウム形成は、複数感染での形成率よりも悪かったと述べている。また Fried (1962) は *Philophthalmus hegeneri* Penner and Fried の単数感染では、虫卵は未受精卵であったことを報じている。一方、単数感染でも複数感染の場合と同様に、正常なミラシジウム形成がみられるという報告は、棘口吸虫類の1属 *Echinostoma* のもの2種 (Beaver, 1937; Lie, 1965) および *Philophthalmus megalulus* Cort (Nollen, 1968) についてなされている。また Nollen (1971a, b) は *Philophthalmus megalulus* の単数感染によるミラシジウムが、中間宿主の貝に侵入したのち、終宿主で成熟しえたが、第2、第3代と世代を重ねるにつれ、成虫の回収率が低下したことを指摘し、この吸虫における他家受精の意義を明らかにしている。

以上のように、肺吸虫を含む二生目の吸虫の生殖については、他家受精あるいは自家受精の問題が近年とくに注目されつつある。これら二生目の吸虫は上述したように種によって受精の仕方に違いがみられるようである。肺吸虫の場合は宿主の肺臓に形成された虫嚢腫内に、2個体以上が寄生して生活を営むのが普通である。このことから、肺吸虫では個体相互の関係はかなり強く、ために他家受精が強調されているものと考えられ、肺吸虫の生殖に関する問題は今後さらに追究されなければならない。

3) 混合感染における虫嚢腫形成

オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア1個ずつ、合計2個をダイコクネズミに経口投与したところ、両種の肺吸虫による虫嚢腫がみられた (Table 30)。すなわち5個の虫嚢腫のうち2個の虫嚢腫では両種の肺吸虫がみられ、3個の虫嚢腫ではミヤザキハイキュウチュウが回収され、オオヒラハイキュウチュウは胸腔に遊離の状態で見出された。ほかに、虫嚢腫は認められたが虫体は1個体だけが回収されたもの4例があり、これらの鼠では両種の肺吸虫による感染が成立したものと考えられる。これらの結果は荒木ら (1970) が試みた両種肺吸虫での混合感染の結果とほぼ一致する。しかし同氏ら (1970) は大部分の虫嚢腫内に両種の肺吸虫1個体ずつの寄生を認めてはいるが、今回のように虫嚢腫内にはミヤザキハイキュウチュウが、また胸腔内にはオオヒラハイキュウチュウが見出された例を観察していない。これらの違いは、荒木ら (1970) によるダイコクネズミは、感染後55日から62日に剖検されたのに対し、この実験の鼠は65日および70日後にその全てが、剖検されたことに帰因するものと考えられる。すなわち虫嚢腫が認められる場合、その形成後の早い時期に鼠を剖検すれば両種の虫体が虫嚢腫内から回収されるであろう。しかし今回のように虫嚢腫内にはミヤザキハイキュウチュウが、また胸腔内にはオオヒラハイキュウチュウが見出されたという事実は、

兩種肺吸虫の種的差異を示すことも考えられるので、さらに検討を要する。初鹿ら (1962) はミヤザキハイキュウチュウによる動物実験を試み、異種間における混合感染についても検討している。すなわちミヤザキハイキュウチュウと、ウェステルマンハイキュウチュウのメタセルカリアを、それぞれ5個ずつ合計10個をネコに経口投与している。その結果は同種の虫体による虫嚢腫は認められたが、異種による虫嚢腫は見出されず、互いに棲み分けの現象を呈していたという。しかしオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリア2個と、ミヤザキハイキュウチュウのそれを6個、合計8個による混合感染を試みたネコでは、兩種肺吸虫の各1個体が寄生した1個の虫嚢腫を認めたという。また波部・浜島 (1971) は熊本県天草産のネコ1頭に肺吸虫の混合感染を認めている。それによると、1個の虫嚢腫ではウェステルマンハイキュウチュウ1個体が、また他の1個の虫嚢腫ではミヤザキハイキュウチュウ2個体が見出されたという。

今回、オオヒラハイキュウチュウとウェステルマンハイキュウチュウのメタセルカリア1個ずつ合計2個を、8頭のイヌに経口投与したところ、そのうちの2頭において兩種の虫体による感染が成立した。しかし宿主の肺臓に虫嚢腫は全く認められず、虫体は胸腔に遊離していた。回収された兩種肺吸虫の発育状況を観察したところ、オオヒラハイキュウチュウは十分に成熟し、子宮内には多数の虫卵が認められた。しかしウェステルマンハイキュウチュウ (Fig. 19) は、感染後80日を経過していたにもかかわらず、小形で未成熟のままであった。この虫体では、卵巣や精巣は成虫に近い形態を示し子宮も完成しつつあったが、子宮内虫卵は全く見出されなかった。

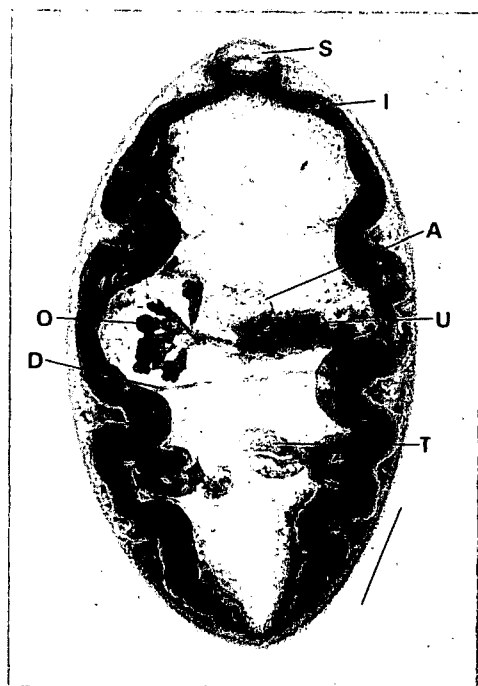


Figure 19. Immature *P. westermani* obtained from a dog fed orally with one metacercaria each of both *P. ohirai* and *P. westermani* (scale: 1 mm).

これらの結果は肺吸虫における種間の関係、なかでもその類縁の親疎について極めて興味ある示唆を与えるものと考えられる。すなわち虫嚢腫形成の面からみれば、汽水産の中間宿主を

保有するオオヒラハイキュウチュウと、淡水産のそれを有するミヤザキハイキュウチュウは、互いに強い種間の親和性を示すものと思われる。しかし同じ淡水産の中間宿主を持つウェステルマンハイキュウチュウと、ミヤザキハイキュウチュウは互いに親和性を示さないようである。またウェステルマンハイキュウチュウと、オオヒラハイキュウチュウの間にも同様なことがいえよう。以上の知見は生理・生態学的に肺吸虫の種間関係を示すものであり、肺吸虫における類縁を検討する上でも興味ある示唆を与えるものと考えられる。

5. 宿主寄生体関係からみた肺吸虫属 2 種の種的差異

すでにオオヒラハイキュウチュウならびにミヤザキハイキュウチュウの分類、形態および生態については、先人による多くの研究成果がみられる。それによると、肺吸虫の主な分類学的特徴とされている卵巣、皮棘および虫卵の形態は、両種それぞれの肺吸虫によって異なることが知られている。すなわち、卵巣は両種ともに比較的複雑な形態を示すが、オオヒラハイキュウチュウにおいて一層複雑である。また皮棘はオオヒラハイキュウチュウで群生しているのに対し、ミヤザキハイキュウチュウでは単生している。さらに虫卵においては、卵殻の肥厚状況や最大幅部の位置が、両種によって異なることが明らかにされている。一方、後述するように生態学的には、オオヒラハイキュウチュウは汽水産の貝やカニを、またミヤザキハイキュウチュウは淡水産のそれらを、それぞれ第 1、第 2 中間宿主としている。また両種肺吸虫の終宿主としては、真獣下綱 Eutheria に属する齧歯目 Rodentia のネズミ亜目、偶蹄目 Artiodactyla のイノシシ亜目 Suina および食肉目 Carnivora の裂脚亜目 Fissipedia に所属している動物がそれぞれ記録されている。そこで、この研究では従来の報告あるいは今回得られた知見に基づいて、宿主寄生体関係の面から、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの種的差異を比較検討してみたい。

1) 終宿主特異性

オオヒラハイキュウチュウの自然終宿主としては、ハタネズミ、ドブネズミ、ブタ *Sus scrofa* Linnaeus, イタチ *Mustera sibirica* Pallas, イヌ *Canis familiaris* Linnaeus, タヌキ *Nyctereutes procyonoides* (Grey) およびニホンアナグマ *Meles meles anakuma* Temminck などが報告されている (宮崎・池田, 1952; 加藤, 1953; 横川ら, 1957a, b, c; 宮本, 1961)。また実験的にはゴールデンハムスター、ハツカネズミ、ダイコクネズミ、テンジクネズミ、ウサギ *Oryctolagus cuniculus domesticus* (Gmelin), ニホンイノシシ *Sus scrofa leucomystax* (Temminck et Schlegel), ブタ, イタチ, イヌ, ネコ, タヌキの 11 種が終宿主になりうる (宮崎, 1939, 1940, 1946; 万納寺, 1952 b; 宮崎ら, 1954)。ただし、テンジクネズミとウサギでは発育速度が遅く、とくに前者では成熟したものが極めて少なかったという。一方、ミヤザキハイキュウチュウでは、ニホンイノシシ, イタチ, テン *Martes melampus* (Wagner), イヌ, ネコ, ニホンアナグマが自然界における終宿主とされている (西田・初鹿, 1960; 寺内ら, 1961; Kamo *et al.*, 1961; 加茂ら, 1961 a, b, 1963, 1965; 石井・浜島, 1962; 宮崎, 1962; 片峰ら, 1962; 西田ら, 1964; 浜島・宮崎, 1968; 波部・浜島, 1971; 波部・野田, 1972)。また実験感染が成立した終宿主としては、ゴールデンハムスター、ハツカネズミ、ダイコクネズミ、テンジクネズミ、ウサギ, イヌ, ネコが知られている (Kamo *et al.*, 1961; 横川ら, 1964 a, b; 川島ら, 1966 a, b; 初鹿, 1967; 吉田, 1970)。しかしゴールデンハムスター、ハツカネズミ、テンジクネズミおよびウサギでは、虫体の成熟は認められていない。

以上述べたように、オオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウの終宿主は、種々の哺乳動物に及んでいるが、一般に前者はネズミ科のものに対して強い親和性を示し

ているのに反し、後者ではそれが弱い傾向にある。このことは、実験的にも立証され、多田(1969)は宿主適合性の指標として、ダイコクネズミに実験感染を試みると、ミヤザキハイキュウチュウは中等度、オオヒラハイキュウチュウは最も強い親和性を有すると指摘している。

この実験では、オオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアを、ネズミ科の8種とテンジクネズミ科の1種合計9種の動物に経口投与したところ、これらの宿主で得られた感染率は33~100%、虫体の回収率は3.3~66.7%であった。同様にミヤザキハイキュウチュウを経口投与されたネズミ科の7種とテンジクネズミ科の1種、合計8種の動物では、それら宿主の感染率は17~100%、虫体の平均回収率は0~45.3%であった。したがって、両種肺吸虫による宿主の感染率や虫体の回収率は、いずれもオオヒラハイキュウチュウにおいて高い傾向にあり、この肺吸虫は供試鼠類に対して強い親和性を示すことが知られた。

宿主の肺臓に虫嚢腫が認められたクマネズミ属の3種鼠類における虫嚢腫数や、虫嚢腫内の寄生虫体数について比較検討した。この場合、オオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウのいずれにおいても、メタセルカリアを20個ずつ経口投与された鼠を対象とした。これらの鼠において、投与メタセルカリア数に対する虫嚢腫数、ならびに虫嚢腫内の寄生虫体数の比率を算出した。その結果、オオヒラハイキュウチュウに感染したクマネズミでは、投与メタセルカリア数に対する虫嚢腫数の比率は60:1、また虫嚢腫内の寄生虫体数の比率は30:1であった。以下、同様に算出すると、ドブネズミではそれぞれ5.1:1、2.2:1、ダイコクネズミでは3.3:1、1.8:1であった。一方、ミヤザキハイキュウチュウに感染したクマネズミでは、それぞれの比率が60:1、30:1、ドブネズミでは4.7:1、2.1:1、ダイコクネズミでは9.1:1、4.7:1であった。これらの比率はその値が小さくなるほど、虫嚢腫数や寄生虫体数は多くなる。そこで、これらの比率を比較すると、クマネズミおよびドブネズミでは大差は認め難いが、ダイコクネズミでは、いずれの値もオオヒラハイキュウチュウにおいて小さくなっている。また上記鼠類の肺臓に虫嚢腫がみられた時期に、宿主の胸腔内に遊離して見出された虫体数は、一般にミヤザキハイキュウチュウにおいて多かった。これらの事実は、オオヒラハイキュウチュウに対する鼠類の親和性が、ミヤザキハイキュウチュウに対するそれよりも強いことを示唆している。

オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの発育については、川島ら(1966 a)や多田(1969)によって比較検討されている。それによると、両者は後者に比較して性的な成熟は速く、しかも同時期の虫体ではオオヒラハイキュウチュウは、常に大きいことが知られている。この実験で得られた数種鼠類における両種肺吸虫の発育は、川島ら(1966 a)や多田(1969)による結果とほぼ一致した。すなわち、オオヒラハイキュウチュウに感染したテンジクネズミ以外の供試動物では、虫体は感染30日前後にその子宮内に虫卵を有して成熟し、体長の増大も比較的急速であった。テンジクネズミにおけるオオヒラハイキュウチュウは、その体長の増大がゆるやかであり、子宮内の虫卵は感染後94日に認められ、その発育は著しく遅延した。一方、ミヤザキハイキュウチュウによる感染が成立し、しかも虫体の成熟がみられた供試動物においては、感染50日前後に子宮内に虫卵が認められ、体長の増大もゆるやかであった。またハツカネズミでは、ミヤザキハイキュウチュウによる感染は成立したが、感染後65日を経過した虫体においても、その生長はほとんど認められず、虫体長も著しく小さかった。さらにゴールデンハムスターでは、ミヤザキハイキュウチュウは比較的順調な体長の増大を示したが、宿主が感染の早期に死亡したため、その成熟をみるに至らなかったことが注目される。

他方、肺吸虫の終宿主体内における移行経路の違いは、種的差異を示す一つの特徴とされている。横川ら(1957d, 1964a)および Yokogawa *et al.* (1962)によれば、肺吸虫の種あるい

は供試動物の種によって、虫体の移行経路には差異がみられるという。またオオヒラハイキュウチュウやミヤザキハイキュウチュウの移行経路については、とくに前者の肺吸虫で多くの研究がなされている。それによると、両種はともにその鼠感染においては、虫体は宿主の肝臓に移行することが知られている。そこでこの実験では両種肺吸虫のメタセルカリアを、鼠の胸腔内にそれぞれ移植したところ、両者間には著明な差が認められた。この場合、両種肺吸虫のメタセルカリアは、ともに鼠の胸腔内で脱囊しえた。しかし、その脱囊率はオオヒラハイキュウチュウで高く、ミヤザキハイキュウチュウでは低いことが知られた。また移行経路の面では、オオヒラハイキュウチュウは、その大部分が宿主の肝臓へ移行することなく胸腔にとどまり、肺臓に虫嚢腫を形成して成熟する傾向にあった。これに反し、ミヤザキハイキュウチュウでは、そのほとんどが胸腔から腹腔へ移行して肝臓に穿入し、そこで一定の期間發育したのち、再び胸腔へ移行して肺臓に穿入、虫嚢腫内で成熟していた。これらの違いは、宿主の肝臓に対する両種肺吸虫の親和性の種的差異として重要であり、かつ宿主寄生体関係の面からも注目される。またオオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアを、経口的にダイコクネズミに与えた場合、後者は前者よりも長期にわたって、宿主の腹腔あるいは肝臓に見出されると多田 (1969) は述べている。また同氏 (1969) はこのような差は、ダイコクネズミに対する宿主適合性の違いに関連するものと推定している。このことは、今回得られたメタセルカリアの胸腔内への移植によっても裏付けられ、宿主適合性と宿主臓器に対する肺吸虫の親和性との間には、密接な関係があるものと考えられる。

近年、異種間での混合感染を試み、これによって肺吸虫の種間の関係を検討しようとする研究がみられる。荒木ら (1970) はダイコクネズミを用いて、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの間で、混合感染を試みたところ、異種間での虫嚢腫形成が認められたことを報じている。このことは、本実験におけるダイコクネズミでも同様で、宿主の肺臓には典型的な虫嚢腫がみられた。しかし、この場合、虫嚢腫形成に関与したと考えられる両種肺吸虫のうち、オオヒラハイキュウチュウは胸腔に遊離して見出される傾向にあり、このことが両種の種的差異によって生じたものかどうかは、さらに検討されなければならない。一方、この実験で行なったイヌにおけるオオヒラハイキュウチュウと、ウェステルマンハイキュウチュウによる混合感染では、いずれの種の肺吸虫も胸腔に遊離して見出され、宿主の肺臓に虫嚢腫は全く認められていない。しかもこの場合、前者の肺吸虫は成熟していたのに対し、後者のそれは未成熟のままであったことが注目される。また初鹿ら (1962) によれば、ネコに感染させたミヤザキハイキュウチュウとウェステルマンハイキュウチュウの間においても、虫嚢腫はみられなかったという。このように、終宿主における肺吸虫の混合感染を試み、虫嚢腫形成の成否や虫体の發育、ひいては異種間での受精の有無などの点を追究することは、肺吸虫属における種的差異を検討する上で意義あるものと考えられる。

以上のように、オオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウは、それぞれの種に固有の自然終宿主ならびに実験的終宿主を保持している。また一般にオオヒラハイキュウチュウは、自然界においては小型哺乳類であるネズミ類を宿主としているが、ミヤザキハイキュウチュウでは、この類のものの寄生が認められず、イヌ、ネコなどの中型哺乳類を宿主としている。また本実験に供試された数種鼠類に対する両種肺吸虫の感受性、なかでも虫体の發育や移行面での差異が明らかにされたことは、宿主寄生体関係の面から興味深い。

2) 中間宿主特異性

オオヒラハイキュウチュウが汽水産の中間宿主を、またミヤザキハイキュウチュウが淡水産のそれを保有していることは先に述べたとおりである。すなわち、オオヒラハイキュウチュウ

の生物学的特徴とされている第1中間宿主としては、自然界ではムシヤドリカワザンショウ *Assiminea parasitologica* Kuroda, ヨシダカワザンショウ *Assiminea yoshidayukioi* Kuroda およびサツマクリイロカワザンショウ *Angstassiminea nitida* (Pease) var. が知られている(横川ら, 1958 a; 吉田・宮本, 1959, 1960; 川島・橋口, 1971). また実験的にはカワザンショウガイ *Assiminea lutea japonica* von Martens およびミヤイリガイ *Oncomelania hupensis nosophora* (Robson) において、セルカリアに発育することが証明されている(吉田・宮本, 1959; 川島・宮崎, 1963). 一方、ミヤザキハイキュウチュウの第1中間宿主としては、淡水産の微小な貝であるアキヨシホラアナミジンナ *Bythinella* (*Moria*) *nipponica akiyoshiensis* (Kurda et. Habe) およびホラアナミジンナ *Bythinella* (*Moria*) *nipponica* Mori において自然感染が認められ(初鹿ら, 1966; 加茂ら, 1967), 実験的にも前者の貝でセルカリアになりうることを証明されている(橋口・宮崎, 1968 a). また、第2中間宿主についてみると、オオヒラハイキュウチュウでは、ベンケイガニ, クロベンケイ *Sesarma* (*Holometopus*) *dehaani* H. Milne Edwards, アカテガニ *Sesarma* (*Holometopus*) *haematocheir* (de Haan), アシハラガニ *Helice tridens, tridens* de Haan およびハマガニ *Chasmagnathus convexus* de Haan の5種が報告されている(宮崎, 1939; 万納寺, 1952 a). これに対し、ミヤザキハイキュウチュウでは、サワガニ1種が知られている(Kamo et al., 1961). このように、両種の肺吸虫はそれぞれ種特有の第1, 第2中間宿主を保持しているが、その保有数はいずれの中間宿主においてもオオヒラハイキュウチュウで多くなっている。

肺吸虫についての種間の関係あるいは類縁関係を論じた研究は、今までのところほとんどみられないといってよい。ただ、肺吸虫の第2中間宿主について検討した加茂(1967)の報告があるにすぎない。すなわち、加茂(1967)は淡水産のサワガニを全ての肺吸虫の基本的(歴史的に)な中間宿主と考えたいと述べている。また同氏(1967)はこのカニが平野部ではモクズガニに、ついでアメリカザリガニ *Procambarus clarkii* (Girard) に、河口部ではクロベンケイ、アシハラガニおよびベンケイガニにとって変えられたのではないかと報じている。このような見解に対し、後述するような肺吸虫での実験結果ならびにカニ類での研究結果から、肺吸虫の先祖型はむしろ汽水産の貝やカニを中間宿主とする種ではなかったかと推定される。すなわち、ミヤザキハイキュウチュウの第1中間宿主アキヨシホラアナミジンナに、オオヒラハイキュウチュウ、ミヤザキハイキュウチュウおよびウエステルマンハイキュウチュウのミラシジウムを、それぞれ実験的に感染させた。その結果、ミヤザキハイキュウチュウがセルカリアに到達したことは勿論、オオヒラハイキュウチュウにおいても第1代レジアまで発育が進んだ。これに反し、ウエステルマンハイキュウチュウでは全く感染例はみられなかった(橋口・宮崎, 1968 a, b, d). オオヒラハイキュウチュウは、もともと汽水産の中間宿主を保有しているが、前述したようにミヤイリガイにおいてはセルカリアに発育している(川島・宮崎, 1963). このように、淡水産のアキヨシホラアナミジンナやミヤイリガイと、オオヒラハイキュウチュウの間で親和性を有していることは、この肺吸虫が淡水性の方向にも広く適応していく可能性を示唆しているものと考えられる。

オオヒラハイキュウチュウと形態学的には、幼虫期および成虫期を通して極めて区別が困難とされているサドハイキュウチュウは、淡水産の貝やカニを中間宿主としている(川島ら, 1967; 浜島ら, 1968). また成虫においては、オオヒラハイキュウチュウとの識別が困難とされているコガタオオヒラハイキュウチュウでは、その中間宿主は日本では汽水産の貝やカニであるが、台湾では淡水産のそれらが中間宿主になっている(Habe and Miyazaki, 1962; Miyazaki and Chiu, 1962). このように、形態学的にはオオヒラハイキュウチュウと近似のサドハイキュウチュウや、コガタオオヒラハイキュウチュウが、淡水産の中間宿主を保有していると

いうことは、肺吸虫の種間関係や類縁関係を考える上で極めて興味深い。

また、甲殻類なかでもカニ類や、貝類を中心に研究を試みた Pearse (1916, 1927, 1929, 1931) によれば、これらの動物は海から汽水、淡水そして陸へ移行したという。同様な研究は橋口・三宅 (1967) により、オオヒラハイキュウチュウやコガタオオヒラハイキュウチュウの第2中間宿主であるベンケイガニ類についてもなされている。すなわち、福岡市の多々良川にはこの類の数種がみられるが、これらのカニのなかには、塩分濃度が比較的高い海岸近くの汽水域を好んで生息する種と、上流の淡水域を好む種の両方がみられ、後者の種の分布および生息状況は、汽水から淡水への移行を示唆するものと考えられる。

以上のような観点から、貝類やカニ類を中間宿主としている肺吸虫も、汽水から淡水へ移行していった動物ではないかと考えられる。しかし肺吸虫の種間関係や類縁の親疎を論ずるには、さらに多くの資料が必要であり、これらの問題についての解明は今後の研究に俟たねばならない。

V. 要 約

鼠類と肺吸虫の宿主寄生体関係について、以下に述べるような観点から追究した。すなわち、1) 野鼠を含む数種の鼠類にオオヒラハイキュウチュウと、ミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリア複数個を実験的に経口投与した。その後、これら2種に対する鼠類の感受性を、虫体の寄生状況、回収率および發育や宿主の感染率および生死などの点を指標に検討した。また、この実験で得られた結果に基づき、宿主寄生体関係からみた供試鼠類の分類学的側面に若干の考察を加え、またその生態を論じた。2) 供試動物のなかから2種の肺吸虫の好適および非好適宿主として、ダイコクネズミとハツカネズミを選び、これらの鼠の胸腔内にオオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウのメタセルカリアをそれぞれ移植した。この場合、兩種肺吸虫の終宿主体内における正常な移行経路である肝臓を重視し、この臓器への移行の有無から臓器特異性を論じ、さらに虫体の發育についても比較検討した。3) 肺吸虫の単数感染(1種メタセルカリアを1個経口投与)および兩種肺吸虫による混合感染(2種メタセルカリアを1個ずつ経口投与)を試みた。この実験では虫体の移行および發育、宿主肺臓における虫嚢腫形成の成否、虫卵の孵化能力などの点について複数感染の場合と比較検討した。また異種の混合感染における虫嚢腫形成や虫卵の孵化能力を追究し、得られた結果や肺吸虫の中間宿主、終宿主に関する知見に基づいて種差を比較検討した。

供試動物としてはゴールデンハムスター、スミスネズミ、ヒメネズミ、アカネズミ、ハツカネズミ、クマネズミ、ドブネズミ、ダイコクネズミおよびテンジクネズミが用いられた。またオオヒラハイキュウチュウのメタセルカリアはクロベンケイから、ミヤザキハイキュウチュウのそれはサワガニから、それぞれ分離された。これら2種のメタセルカリアを実験計画に従って、経口投与または鼠の胸腔内に移植した。得られた結果は次のとおりである。

1) 供試された全ての動物において、オオヒラハイキュウチュウの成熟が認められた。このことから、供試鼠類はいずれもオオヒラハイキュウチュウに対して感受性を示すことが明らかである。しかしテンジクネズミでは虫体の發育は著しく遅延した。これはテンジクネズミが他の供試鼠類と並目を異にしている点と考え合わせ、この動物と肺吸虫の宿主寄生体関係という面から興味深い。

2) オオヒラハイキュウチュウの感染によって、宿主の肺臓に虫嚢腫が認められた動物は、クマネズミ属のクマネズミ、ドブネズミおよびダイコクネズミである。残りの6種動物ではこれが全く認められず、感染経過中に宿主は死亡していく傾向にあった。しかしテンジクネズミ

の場合は、死因がこの肺吸虫の感染によるものかどうか明らかではない。

3) 一方、ミヤザキハイキュウチュウでは、ヒメネズミ、クマネズミ属の鼠類およびテンジクネズミにおいて虫体の成熟が確認され、クマネズミ属の鼠では宿主の肺臓に虫嚢腫がみられた。ところがゴールデンハムスターとハツカネズミでは、この肺吸虫が成熟しえないばかりか、宿主は死亡する傾向にあった。とくにハツカネズミにおいては虫体の発育が著しく抑制され、感染後65日を経過しても虫体は小形のままであった。このことは非好適宿主における虫体の運命、ひいては宿主寄生体関係という面から極めて興味深い事実である。なお、テンジクネズミにおいても死亡する宿主が見出されたが、この場合の死因は不明であった。

4) 兩種肺吸虫による宿主動物の感染率は、ドブネズミとダイコクネズミにおいて共に100%、クマネズミでは兩種の肺吸虫による感染率は共に33%であった。しかし他の供試動物では、いずれの宿主においてもオオヒラハイキュウチュウの方が、ミヤザキハイキュウチュウよりも高い感染率を示した。このことはオオヒラハイキュウチュウに対する供試鼠類の感受性が、ミヤザキハイキュウチュウに対するそれよりも強いことを示唆している。また、この場合、ミヤザキハイキュウチュウでは鼠類の種による感染の違いが著明であった。すなわち、供試鼠類の種ごとにその感染率および虫体の回収率をみると、ゴールデンハムスターではそれぞれ100%、17.9%、ヒメネズミ50%、2.9%、アカネズミ0%、0%、ハツカネズミ89%、16.7%、クマネズミ33%、5%、ドブネズミ100%、45.3%、ダイコクネズミ100%、28.3%、テンジクネズミ17%、1.7%であった。このことは、ミヤザキハイキュウチュウに対して鼠類は種により、その感受性を著しく異にしていることを示唆している。

5) 以上の結果に基づいて、兩種の肺吸虫に対する供試鼠類の宿主適合性を検討した。この実験に供試された動物のうち、オオヒラハイキュウチュウとミヤザキハイキュウチュウの兩種に対して、適合性を有する宿主はクマネズミ属の鼠類であるといえる。しかしクマネズミ属においても、兩種の肺吸虫に対する宿主適合性には差異がみられ、それはオオヒラハイキュウチュウに対して強い傾向にあった。またクマネズミ属のクマネズミは同属のドブネズミやダイコクネズミに比較して、兩種の肺吸虫に対する適合性が弱いようである。オオヒラハイキュウチュウは他の全ての鼠類においても成熟しえた。しかし、これらの宿主では肺臓に虫嚢腫は認められず、宿主は感染経過中に死亡した。これらのことから、ゴールデンハムスター、スミスネズミ、ヒメネズミ、アカネズミ、ハツカネズミおよびテンジクネズミは、この肺吸虫に対して適合性を示さないものといえる。またミヤザキハイキュウチュウの感染によるヒメネズミにおいても同様なことがいえ、テンジクネズミでは虫嚢腫が認められなかったことから、やはり宿主適合性を示さないといえる。さらにミヤザキハイキュウチュウに感染したゴールデンハムスターおよびハツカネズミでは、虫体は未成熟であったこと、宿主は感染経過中に死亡したことなどから、宿主適合性は極めて低いものと考えられる。

6) 鼠類と肺吸虫の宿主寄生体関係から、鼠類の分類学的側面について若干の考察を行なった。この場合には実験的な宿主として供試される動物が、比較的高い感受性を示す寄生虫を用いるのが好都合である。したがって、この研究では主としてオオヒラハイキュウチュウにおいて、得られた結果から鼠類の分類学的側面に言及した。供試動物のうちゴールデンハムスターは、従来、ネズミ科のキヌゲネズミ亜科に所属している。ところがこの亜科をキヌゲネズミ科に昇格させ、従来のネズミ科をキヌゲネズミ科とネズミ科に分けようとする試みがみられる(Simpson, 1945)。これに対して従来の分類法を支持し、ネズミ科を上記のように2つに分離すべきではないという意見もみられる(Ellerman and Morrison-Scott, 1951)。そこで宿主寄生体関係の面から、この問題を検討した。ゴールデンハムスターにおけるオオヒラハイキュウチュウ

ユウの実験感染では、感染率、回収率、虫体の発育状況および宿主の死亡などの点で、ハタネズミ亜科のスミスネズミやネズミ亜科のヒメネズミ、アカネズミおよびハツカネズミにおける結果とはほぼ一致した。したがって、これらの宿主寄生体関係からみれば、キヌゲネズミ亜科を科に昇格させることに反対する Ellerman and Morrison-Scott の見解に一致した結果が得られたといえる。またテンジクネズミでは、オオヒラハイキュウチュウの発育は他の鼠類でのそれと著しく異なり、遅延する傾向がみられた。これは他の供試鼠類がネズミ亜目に所属しているのに対し、テンジクネズミがヤマアラシ亜目に属していることに関連しているものと考えられる。このように宿主動物の亜目レベルでの違いが、虫体の発育における差異として現われたことは、宿主寄生体関係の面から興味深い。さらに、鼠類の種差は宿主寄生体関係における違いとして現われることから、これを指標に鼠類の分類学的側面に言及することは、ある程度可能であることが知られた。

7) 一方、鼠類の生態を宿主寄生体関係の面から検討してみると、肺吸虫に対する宿主動物の感受性とその生態—とくに鼠類の生息場所および食性—の間には密接な関係がみられる。すなわち、肺吸虫に対して感受性を示す動物であっても、その動物が第2中間宿主であるカン類と生息場所を同じくし、しかもカン類を捕食しなければ、感染の機会はいない。これらの観点から、野生の供試鼠類について感染の機会を検討した。その結果、オオヒラハイキュウチュウによる感染の可能性は、アカネズミおよびクマネズミにおいて認められた。しかし自然終宿主として記録されているハタネズミに近縁のスミスネズミでは、虫体は十分に成熟しえたが、この鼠の生態から判断して感染の機会はないものといえる。またドブネズミはオオヒラハイキュウチュウの自然終宿主であるが、この動物における実験結果や生態から考えて、これは当然のことと考えられる。一方、ミヤザキハイキュウチュウによる感染の機会も、虫体の成熟が確認されたヒメネズミにおいてはありうると考えられる。しかしアカネズミでは実験感染が全く成立しなかったことから、この鼠とミヤザキハイキュウチュウが、たとえ接触しても感染の可能性はないものといえよう。クマネズミとドブネズミにおいては、ミヤザキハイキュウチュウは成熟し、宿主の肺臓に虫嚢腫も形成された。したがって、これらの鼠では、その生態から考えてミヤザキハイキュウチュウに感染する機会はあるものと推察され、とくに後者の鼠においてその可能性は強いといえる。

8) 両種肺吸虫のメタセルカリアを、ハツカネズミとダイコクネズミの胸腔内にそれぞれ移植した。その結果、オオヒラハイキュウチュウはいずれの鼠においても、ミヤザキハイキュウチュウより高い脱嚢率を示し、よく感染した。またメタセルカリアの脱嚢経過をみると、ミヤザキハイキュウチュウでは、オオヒラハイキュウチュウよりかなり遅れて脱嚢することが知られた。これらの脱嚢率や脱嚢時間の違いは、それぞれの肺吸虫に対する宿主感受性の差異に関連するものと考えられる。すなわちオオヒラハイキュウチュウに対して、鼠類は強い感受性を示すことが胸腔内移植によっても立証され、その感受性はまた鼠の種によっても異なるものであることが明らかにされた。

9) ハツカネズミおよびダイコクネズミの胸腔に移植されたオオヒラハイキュウチュウでは、その大部分が宿主の腹腔へ移行して肝臓に穿入することではなく、胸腔にとどまる傾向がみられた。その後、ダイコクネズミでは移植後17日から肺臓に虫嚢腫が認められ、虫体は25日以降成熟に向かった。しかしハツカネズミでは虫嚢腫は見出されず、虫体は胸腔に遊離し、移植31日後の個体では子宮内虫卵が認められ成熟していた。

10) しかし、ダイコクネズミの胸腔に移植されたミヤザキハイキュウチュウは、その多くが腹腔へ移行して肝臓または腹壁筋に穿入した。とくに移植後16日および18日の全ての虫体は

腹腔、肝臓および腹壁筋から回収され、胸腔や肺臓では虫体は全く見出されなかった。移植20日以後には、虫体は再び宿主の胸腔へ移行、30日後では肺臓に虫嚢腫が認められた。また子宮内虫卵は移植後55日の虫体において初めて認められた。

11) またミヤザキハイキュウチュウにとっては、非好適宿主と考えられるハツカネズミでの胸腔内移植では、虫体の移行はダイコクネズミの場合とほぼ同様な傾向にあった。しかしダイコクネズミにおける結果と比較して虫体の腹腔への移行は不鮮明であり、虫体は移植後3日から70日の間にほとんど生長しなかったことが注目される。

12) 以上の結果から、ミヤザキハイキュウチュウはハツカネズミやダイコクネズミの肝臓に対する臓器特異性が、オオヒラハイキュウチュウに比較して極めて強いということが判明した。また、その臓器特異性は鼠類の種によっても違いがみられ、とくにダイコクネズミにおいてミヤザキハイキュウチュウの臓器特異性は強い傾向にあった。オオヒラハイキュウチュウの移植による結果は、この肺吸虫の成熟にとって必ずしも宿主の肝臓への移行を必要としないことを示唆するものと考えられる。

13) オオヒラハイキュウチュウおよびミヤザキハイキュウチュウの単数感染では、ダイコクネズミの肺臓に虫嚢腫は認められず、虫体は胸腔に遊離して成熟しうることが確認された。

14) 単数感染におけるオオヒラハイキュウチュウの移行や発育は、上記の虫嚢腫がみられなかったこと以外には、複数感染の結果とほぼ一致することが知られた。

15) 単数感染で得られたオオヒラハイキュウチュウの虫卵について孵化実験を試み、ミラシジウムの形成を観察した。その結果、ミラシジウム形成率は0~4.40%であり、複数感染(メタセルカリア30個投与)での結果55.23~94.33%に比較して著しく低かった。単数感染による虫体についての組織学的な観察では、卵子形成および精子形成が認められ、貯精嚢内にも精子が充満していた。これらの実験結果においても、オオヒラハイキュウチュウの単数感染における虫体の受精機構については、なお明らかではない。しかし、この肺吸虫では自家受精よりも他家受精の方が主であるということはいえる。ミヤザキハイキュウチュウの単数感染による虫体では産卵数が少ない傾向にあり、虫卵の孵化能力について十分な検討はできなかったが、培養された虫卵でのミラシジウム形成率は0であった。

16) 両種肺吸虫による混合感染では、宿主の肺臓に典型的な虫嚢腫が認められた。しかし虫嚢腫が形成された後に、オオヒラハイキュウチュウは胸腔内へ遊離する傾向がみられ、嚢内にはミヤザキハイキュウチュウが認められた。また虫嚢腫内に両種の肺吸虫が寄生していた例、両種のうち虫嚢腫内にミヤザキハイキュウチュウだけが見出され、他の虫体は回収されなかった例、さらに虫嚢腫内には虫体が全く認められなかった例などが観察された。混合感染が成立した鼠における虫体の虫卵では、ミラシジウム形成率はオオヒラハイキュウチュウの場合0~1.12%、ミヤザキハイキュウチュウの場合0%であった。このように混合感染による虫卵においても、そのミラシジウム形成は単数感染でのそれとほぼ同様な傾向にあった。

17) イヌにおけるオオヒラハイキュウチュウとウェステルマンハイキュウチュウの混合感染では、宿主の肺臓に虫嚢腫は全く見出されなかった。また前者の肺吸虫は宿主の胸腔に遊離して成熟していたが、後者の肺吸虫は感染後94日を経過していたにもかかわらず小形で未成熟であった。

18) オオヒラハイキュウチュウあるいはミヤザキハイキュウチュウの宿主に関する従来の知見、ならびに本実験で得られた結果に基づき、宿主寄生体関係の面から両種肺吸虫の種の差異を論じた。その結果、汽水産の中間宿主を保持するオオヒラハイキュウチュウと、淡水産の中間宿主を有するミヤザキハイキュウチュウでは、宿主の差異は勿論、鼠類の感受性なかでも

宿主肝臓に対する親和性は、著しく異なることが判明した。また、オオヒラハイキュウチュウと形態学的に近縁な種と考えられている後記2種のうち、サドハイキュウチュウでは、その中間宿主は淡水産の動物である。他方、コガタオオヒラハイキュウチュウでは、汽水産と淡水産の両方が知られている。これらの事実や中間宿主となっている貝類およびカニ類での研究成果から推測すると、肺吸虫の先祖型は汽水産の中間宿主を有していた種ではないかと考えられる。しかし肺吸虫の種間関係や類縁関係について論じるには、さらに多くの資料を必要としており、これらの問題についての解明は今後の研究に俟つところが多い。

VI. 文 献

- 阿部 永, 1959a. ネズミとイタチ (1). 野ねずみ, (30): 6.
- 阿部 永, 1959b. ネズミとイタチ (2). 野ねずみ, (31): 4.
- 荒木国興・横川宗雄・小川京子・新村宗敏, 1970. 大平肺吸虫と宮崎肺吸虫の混合感染に関する研究. 寄生虫誌, 19: 414.
- Bacha, W. J., 1966. Viable egg production in *Zygocotyle lunata* following monometacercarial infections. J. Parasit., 52: 1216-1217.
- Beaver, P. C., 1937. Experimental studies on *Echinostoma revolutum* (Froelich) a fluke from birds and mammals. III. Biol. Monog., 15: 1-96 (from Nollen, 1971b).
- Dogiel, V. A., 1966. General Parasitology. (Translated by Z. Kabata.) Academic press, New York.
- Ellerman, J. R. and Morrison-Scott, T. C. S., 1951. Checklist of Palaearctic and Indian mammals 1758 to 1946. British Museum (natural history), London.
- Fan, P. C. and Chiang, C. H., 1970. Exposure of kittens and puppies to single metacercariae of *Paragonimus westermani* from Taiwan. J. Parasit., 56: 48-54.
- Fried, B., 1962. Growth of *Philophthalmus* sp. (Trematoda) in the eyes of chicks. J. Parasit., 48: 395-399.
- 波部重久・浜島房則, 1971. 熊本県天草のネコにおけるウェステルマン肺吸虫と宮崎肺吸虫の混合感染. 寄生虫誌, 20: 462-468.
- 波部重久・野田隆史, 1972. 奈良県産アナグマより得た宮崎肺吸虫. 寄生虫誌, 21 (増刊号): 76.
- Habe, T. and Miyazaki, I., 1962. *Tricula chiui* sp. nov., a new snail host of the lung fluke *Paragonimus iloktsuenensis* Chen in Formosa. Kyushu J. Med. Sci., 13: 47-49.
- 浜島房則, 1970. 佐渡肺吸虫 *Paragonimus sadoensis* Miyazaki, Kawashima, Hamajima et Otsuru, 1968 の新しい終宿主. 寄生虫誌, 19: 25-30.
- 浜島房則・川島健治郎・宮崎一郎, 1968. 新潟県佐渡島産肺吸虫の第1中間宿主, ナタネミズボ *Tricula minima* (Bartsch, 1936) について. 寄生虫誌, 17: 46-52.
- 浜島房則・宮崎一郎, 1968. ニホンイノシシとコオライイタチからえた肺吸虫の種類. 寄生虫誌, 17: 229-234.
- 橋口義久・三宅貞祥, 1967. ベンケイガニ類の生態 I. 冬眠・冬眠場所および冬眠期における寄生動物. 九大農芸誌, 23: 67-80.
- 橋口義久・宮崎一郎, 1968a. 宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazakii* Kamo, Nishida, Hatsushika et Tomimura, 1961 によるアキヨシホラアナミジンナ *Bythinella (Moria) nipponica akiyoshiensis* (Kuroda et Habe, 1957) への感染実験. 寄生虫誌, 17: 10-18.
- 橋口義久・宮崎一郎, 1968b. ウェステルマン肺吸虫によるアキヨシホラアナミジンナへの感染実験. 寄生虫誌, 17: 42-45.
- 橋口義久・武井次雄・宮崎一郎, 1968c. 宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazakii* Kamo, Nishida, Hatsushika et Tomimura, 1961 によるドブネズミとダイコクネズミへの感染実験. 寄生虫

- 誌, 17: 115—120.
- 橋口義久・宮崎一郎, 1968d. 大平肺吸虫 *Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939 によるアキヨシホ
ラアナミジンナ *Bythinella (Moria) nipponica akiyoshiensis* (Kuroda et Habe) への感染
実験. 寄生虫誌, 17: 363—367.
- 橋口義久・武井次雄, 1969. 大平肺吸虫メタセルカリアのダイコクネズミ胸腔内注入による虫体の
移行および發育. 寄生虫誌, 18: 459—465.
- Hashiguchi, Y., Takei, T. and Miyazaki, I., 1969. Studies on a single worm infection of albino rats
with *Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939. Jap. J. Parasit., 18: 612-687.
- Hashiguchi, Y. and Takei, T., 1971. Experimental transplantation of *Paragonimus miyazakii*
metacercariae into the pleural cavity of albino rats. Jap. J. Parasit., 20: 67-71.
- 初鹿 了, 1967. 宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazakii* Kamo, Nishida, Hatsushika et Tomimura,
1961 の生物学的特徴に関する研究. 米子医誌, 18: 241—271.
- 初鹿 了・前島条士・加茂 甫, 1962. 宮崎肺吸虫の動物感染実験. 他種肺吸虫との混合感染. 寄
生虫誌, 11: 286—297.
- 初鹿 了・前島条士・加茂 甫, 1966. 宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazakii* Kamo, Nishida, Hatsu-
shika et Tomimura, 1961 の第1中間宿主, アキヨシホラアナミジンナ *Bythinella*
(*Moria*) *nipponica akiyoshiensis* (Kuroda et Hebe, 1957). 米子医誌, 17: 514—519.
- 平岩馨邦・内田照章・浜島房則, 1959a. 延岡市サギ島における鼠禍Ⅰ. 基礎調査および異常増殖
に対する考察. 九大農学芸誌, 17: 321—334.
- 平岩馨邦・内田照章・浜島房則, 1959b. 延岡市サギ島における鼠禍Ⅱ. 駆除対策とその効果一特
に天敵イタチの導入について一. 九大農学芸誌, 17: 335—349.
- 今泉吉典, 1949. 分類と生態. 日本哺乳動物図説. 洋々書房, 東京.
- 石井洋一・浜島房則, 1962. 福岡県のサワガニから見い出された肺吸虫メタセルカリアについて.
第15回日本寄生虫学会南日本支部大会講演要旨, 12—13.
- 一色於菟四郎・富村 保・樽本 勲・寺内 淳・大杉豊照, 1960. 大阪府新淀川における *Parago-
nimus iloktsuenensis* Chen (小形大平肺吸虫) の自然終宿主に関する研究. 第16回日本寄生
虫学会西日本支部大会講演抄録, 25—26.
- 伊藤二郎, 1965. 二生吸虫類の系統分類について. 動物分類学会会報, (32): 3—6.
- 加茂 甫, 1967. 肺吸虫. 医学のあゆみ, 61: 280—283.
- Kamo, H., Nishida, H., Hatsushika, R. and Tomimura, T., 1961. On the occurrence of a new
lung fluke, *Paragonimus miyazakii* n. sp. in Japan (Trematoda, Troglotremitidae).
Yonago Acta Medica, 5: 43-52.
- 加茂 甫・西田 弘・初鹿 了・富村 保, 1961a. 中国地方のイタチとテンから得た肺吸虫につ
いて(続報). 寄生虫誌, 10: 483—484.
- 加茂 甫・西田 弘・初鹿 了・木船悌嗣・原 功, 1961b. 中国地方における肺吸虫(2). 寄
生虫誌, 10: 491.
- 加茂 甫・初鹿 了・原 功, 1963. 兵庫県産イタチの肺吸虫調査および顎口虫調査. 寄生虫
誌, 12: 355—356.
- 加茂 甫・前島条士, 1966a. 肺吸虫被のう幼虫の脱のう機転について. (1) 脱のうに係する諸
因子について. 寄生虫誌, 15: 301.
- 加茂 甫・前島条士, 1966b. 肺吸虫被のう幼虫の脱のう機転について. (2) 脱のう能力の増減に
ついて. 寄生虫誌, 15: 333.
- 加茂 甫・初鹿 了・竹内欣一・西田 弘・小野郷一, 1967. 愛媛県における宮崎肺吸虫. (3) 第
一中間宿主について. 寄生虫誌, 16: 250—251.
- 加藤和一郎, 1953. 顎口虫に関する研究. 医学と生物学, 26: 165—167.
- 片峰大助・木村主生, 1962. 長崎県のイタチから得られた肺吸虫に就いて. 長大風土病紀要, 4:

120—124.

- 川島健治郎, 1961. 数種の *Assimineae* 属カイ類に対する大平肺吸虫幼虫の感染実験. 寄生虫誌, 10: 161—164.
- Kawashima, K., 1965. On the infectivity of an oriental lung fluke, *Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939 to some gastropod molluscs, with remarks on that of other species of the genus in Japan -A review-. Jap. J. Med. Sci. & Biol., 18: 283-292.
- 川島健治郎・宮崎一郎, 1963. ミヤイリガイに対する肺吸虫の感染実験. (1) 大平肺吸虫での感染実験. 寄生虫誌, 12: 94—97.
- 川島健治郎・宮崎一郎, 1964a. ミヤイリガイに対する肺吸虫の感染実験. (3) 宮崎肺吸虫での感染実験. 寄生虫誌, 13: 421—426.
- 川島健治郎・宮崎一郎, 1964b. ミヤイリガイに対する肺吸虫の感染実験. (4) ウェステルマン肺吸虫での感染実験. 寄生虫誌, 13: 459—463.
- 川島健治郎・多田 功・陳 敏華, 1966a. 実験的肺吸虫症に関する研究 (5). 宮崎肺吸虫および大平肺吸虫のラットにおける発育. 寄生虫誌, 15: 332.
- 川島健治郎・多田 功・宮原道明, 1966b. 実験的肺吸虫症に関する研究 (6). 宮崎肺吸虫感染ラットにみられる異所寄生の観察. 寄生虫誌, 15: 332.
- 川島健治郎・橋口義久, 1971. 鹿児島県種子島における大平肺吸虫の新しい第1中間宿主について. 寄生虫誌, 20: 34.
- 川島健治郎・浜島房則・多田 功・宮崎一郎, 1967. 新潟県佐渡島のサワガニにおける肺吸虫の調査. 寄生虫誌, 16: 43—50.
- 黒田長礼, 1940. 原色日本哺乳類図説. 三省堂, 東京・大阪.
- Lie, K. J., 1965. Studies on Echinostomatidae (Trematoda) in Malaya. IX. The Mehlis' gland complex in echinostomes. J. Parasit., 51: 789-792.
- 万納寺徳貞, 1952a. 大平肺吸虫に関する研究補遺, その1. 大平肺吸虫と小型大平肺吸虫の第2中間宿主に関する研究. 医学研究, 22: 1183—1190.
- 万納寺徳貞, 1952b. 大平肺吸虫に関する研究補遺, その2. 大平肺吸虫の終宿主に関する研究, 2: 1191—1196.
- 米良利己, 1951. 大平肺吸虫幼虫の生物学的研究. 医学研究, 21: 509—516.
- 宮本正美, 1961. 兵庫県北部に於ける肺吸虫並びに肺吸虫症に関する研究. 第2篇, 円山川流域に於ける大平肺吸虫 (*Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939) の生態学的研究. 京都府立医大誌, 69: 1669—1684.
- 宮尾嶺雄, 1970. 動物生態学入門—動物共同体の基本的構造—. 地域文化研究所. 千葉.
- 宮尾嶺雄・赤羽啓米・酒井秋男・大石康弘・西野武久・柳平垣徳, 1964. 本州志賀高原のネズミおよび食虫類. 第1報. ドブネズミ捕獲率, 性比, 体重組成および繁殖活動. 志賀高原生物研究所研究業績, (3): 1—10.
- 宮崎一郎, 1939. 新しい肺臓ダストマ *Paragonimus ohirai* n. sp. (大平肺吸虫 (新称)) に就て. 福岡医誌, 32: 1247—1252.
- 宮崎一郎, 1940. *Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939 (大平肺吸虫) の動物実験成績. 福岡医誌, 33: 336—344.
- 宮崎一郎, 1946. 肺吸虫に関する研究, (XII) 大平肺吸虫とウェステルマン肺吸虫との白鼠体内における発育比較. 鹿児島医専学術報, (2): 17—21.
- 宮崎一郎, 1962. 四国における宮崎肺吸虫の存在. 寄生虫誌, 11: 285.
- Miyazaki, I. and Chiu, J. K., 1962. First report of the lung-fluke *Paragonimus iloktsuenensis* Chen from Formosa. J. Parasit., 48(2): Section 2, 23-24.
- 宮崎一郎・石井洋一・菊地 正, 1954. 大平肺吸虫の新しい宿主. 寄生虫誌, 3: 177—179.
- 宮崎一郎・池田 温, 1952. 大平肺吸虫の自然終宿主について. 医学と生物学, 22: 213—215.

- 西田 弘・初鹿 了, 1960. 中国地方のイタチとテンからえた肺吸虫について. 寄生虫誌, 9 : 370.
- 西田 弘・石川和男・小野郷一・佐賀幸次郎, 1964. 愛媛県における宮崎肺吸虫について. 寄生虫誌, 13 : 307—308.
- Nollen, P. M., 1968. Autoradiographic studies on reproduction in *Philophthalmus megalurus* (Cort, 1914) (Trematoda). J. Parasit., 54: 43-48.
- Nollen, P. M., 1971a. Studies on growth and infection of *Philophthalmus megalurus* (Cort, 1914) (Trematoda) in chicks. J. Parasit., 57: 261-266.
- Nollen, P. M., 1971b. Viability of a self-fertilizing strain of *Philophthalmus megalurus* (Trematoda: Digenea). J. Parasit., 57: 1222-1226.
- 大倉俊彦, 1963a. 大平肺吸虫 (*Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939) の終宿主体内における發育に関する研究, 第1篇. ラット体内における移行経路について. 寄生虫誌, 12 : 57—67.
- 大倉俊彦, 1963b. 大平肺吸虫 (*Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939) の終宿主体内における發育に関する研究, 第2篇. ラット体内における虫体の發育について. 寄生虫誌, 12 : 99—118.
- 大村寛俊, 1960. 肺吸虫の宿主特異性に関する研究, ウェステルマン肺吸虫及び大平肺吸虫成虫の白鼠腹腔内及び皮下移植実験. 寄生虫誌, 9 : 266—280.
- 大島智夫, 1956. ウェステルマン肺吸虫被のう幼虫の脱のう機転の検討. 寄生虫誌, 5 : 404—415.
- 大島智夫・高野美彦・木畑美知江, 1957. ウェステルマン肺吸虫被のう幼虫の生物学的研究. (2) モクズガニ体液中ではなぜ脱のうしないか. 寄生虫誌, 6 : 311—312.
- Pearse, A. S., 1916. An account of the crustacea collected by Walker Expedition to Santa Marta, Colombia. Proc. U. S. Nat. Mus. 49(2123): 531-556.
- Pearse, A. S., 1927. The migration of animals from the ocean into freshwater and land habitats. Am. Nat., 61(676): 466-476.
- Pearse, A. S., 1929. Observations on certain littoral and terrestrial animals at Tortugas, Florida, with special reference to migrations from marine to terrestrial habitats. Pap. Tortugas Sta. Carnegie Inst. Wash., (391): 205-223.
- Pearse, A. S., 1931. The ecology of certain crustaceans on the beaches at Misaki, Japan, with special reference to migrations from sea to land. J. Elisha Mitchell Sci. Soc., 46(2): 161-166.
- Sakaguchi, K. and Jamson, E. W., 1962. The Siphonaptera of Japan. Pacific Insect Monograph 3. Entomology Department, Bernice P. Biol Bishop Museum, Honolulu, Hawaii, U.S.A.
- 阪口浩平, 1967. 宿主哺乳類の分布からみた日本産ノミの分布. 大手前女子大学論文集, 1 : 100—115.
- 佐野基人, 1959. 肺吸虫の生物学的研究, 第1篇. 肺吸虫卵の發育について. 日本衛生学雑誌, 14 : 666—676.
- 白石 哲, 1968. 日本住血吸虫症と野ネズミ. 哺乳類科学, (16) : 27—36.
- 沢田 勇, 1971. 糸虫相よりみた日本産コウモリの分布. 動雑, 80 : 479—480.
- Simpson, G. G., 1945. The principles of classification and a classification of mammals. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., vol., 95, New York.
- Sogandares-Bernal, F., 1965. Studies on American paragonimiasis. IV. Observations on the pairing of adult worms in laboratory infections of domestic cats. J. Parasit., 52: 701-703.
- Smyth, J. D., 1962. Introduction to Animal Parasitology. Charles C Thomas, Springfield, III. U. S. A. (from Nollen. 1971b).
- Sprent, J. F. A., 1962. A study of adaptation tolerance -The growth of ascaridoid larvae in indi-

genous and non-indigenous intermediate hosts. The Proceedings of the First Regional Symposium on Scientific Knowledge of Tropical Parasites held at the University of Singapore, 261-266.

多田 功, 1969. ダイコクネズミにおける宮崎肺吸虫の実験感染, 特に大平肺吸虫との比較. 寄生虫誌, 18: 34-51.

高野美彦・大島智夫・木畑美知江, 1957. ウェステルマン肺吸虫被のう幼虫の各種等浸透圧緩衝液中における脱のう経過. 寄生虫誌, 6: 311.

滝沢明裕, 1964. ウェステルマン肺吸虫 *Paragonimus westermani* (Kerbert, 1878) Braun, 1899 好適及び非好適宿主体内における發育について. 寄生虫誌, 13: 19-37.

寺内 淳・岡 武哲・富村 保・清水亮佑, 1961. *Paragonimus miyazakii* (宮崎肺吸虫) の犬における一自然感染例. 寄生虫誌, 10: 386-397.

徳田御稔, 1970. 生物地理学. 築地書館. 東京.

富村 保・小野忠相・荒川 皓・大橋 真・大杉豊照・梶本 卓, 1959. 大平肺吸虫幼成虫の白鼠腹腔内移植試験ならびに幼成虫感染白鼠の初期排卵状況について. 日獣医誌, 21: 19-32.

富村 保・梶本 勲・寺内 淳・大杉豊照・一色於菟四郎, 1964. 大阪府新淀川における小形大平肺吸虫 *Paragonimus iloktsuenensis* Chen, 1940 の自然終宿主に関する研究, (1) 新淀川河口付近産 *ドブネズミ* *Rattus norvegicus* における小形大平肺吸虫の寄生状況について. 寄生虫誌, 13: 479-488.

富田千載, 1956. 大平肺吸虫に関する実験的研研. 福岡医誌, 47: 462-491.

内田照章・吉田博一・土肥昭夫, 1968. 水俣地域における小哺乳類と, その個体群密度に関する予備調査. 細川隆英編「照葉樹林の生物生産に関する研究」p. 62-72, JIBT-PT- 水俣特別研究地域.

宇田川竜男, 1954. ドブネズミによる林木の被害. 日林学会誌, 36: 92-95.

渡辺菊治, 1962. 作物保護学的見地より見た鼠の分類および生態に関する研究. 宮農試報告, (31): 1-106.

横川宗雄・吉村裕之・鈴木重一, 1957a. 大平肺吸虫 (*Paragonimus ohirai* Miyazaki 1939) の自然終宿主の追加. 南伊豆地方で捕獲された狸の自然感染例, 東京医事新誌, 74: 13-16.

横川宗雄・吉村裕之・鈴木重一, 1957b. 南伊豆地方の大平肺吸虫 (3). 自然終宿主について. 寄生虫誌, 6: 316.

横川宗雄・吉村裕之・佐野基人・鈴木重一, 1957c. 南伊豆地方の大平肺吸虫 (*Paragonimus ohirai* Miyazaki 1939). 3. 自然終宿主の追加. 東京医事新誌, 74: 403-406.

横川宗雄・吉村裕之・佐野基人・大倉俊彦・辻 守康, 1957d. 肺吸虫幼虫の終宿主体内移行に関する研究 (予報). (1) Evans-blue 法による虫体移行経路. 第18回日本寄生虫学会東日本支部大会記事, 12-13.

横川宗雄・吉村裕之・小山千万樹・佐野基人・津田守道・鈴木重一・辻 守康, 1958a. 大平肺吸虫 (*Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939) の新第1中間宿主ウスイロオカチグサ *Paludinella devilis* (Gould, 1861) Habe, 1942 について. 東京医事新誌, 75: 67-72.

横川宗雄・吉村裕之・小山千万樹・佐野基人・津田守道・辻 守康, 1958b. 肺吸虫の単数寄生に関する研究 (3). 大平肺吸虫感染白鼠の肺臓の病変と虫体の發育について. 寄生虫誌, 7: 301.

横川宗雄・吉村裕之・佐野基人・大倉俊彦・辻 守康・高野三郎, 1959b. Evans-blue Technique による肺吸虫幼虫の宿主体内移行経路の追求. (2) ウェステルマン肺吸虫メタセルカリアのラット腸管内における脱のう時間および脱のう幼虫の腸管穿通部位の追求. 寄生虫誌, 8: 361-362.

横川宗雄・吉村裕之・大倉俊彦・佐野基人・辻 守康・大村寛俊, 1959b. Host-parasite relation-ship に関する研究 (1). 各種小動物における大平肺吸虫およびウェステルマン肺吸虫感

染実験. 寄生虫誌, 8 : 379.

横川宗雄・吉村裕之・大島智夫, 1960. 肺吸虫の単数寄生に関する研究. 寄生虫誌, 9 : 636—640.

横川宗雄・吉村裕之・辻 守康, 勝呂 毅, 1961. 肺吸虫の単数寄生に関する研究. (2) 仔犬にウエステルマン肺吸虫メタセルカリアを3コ宛与えた場合の虫体の發育及び補体結合反応を中心とした観察. 寄生虫誌, 10 : 6—13.

Yokogawa, M., Yoshimura, H., Sano, M., Okura, T. and Tsuji, M., 1962. The route of migration of the larva of *Paragonimus westermani* in the final hosts. J. Parasit., 48: 525-531.

横川宗雄・辻 守康・荒木国興・野本智行, 1964a. Evan-blue 法による宮崎肺吸虫のラット体内移行経路について. 寄生虫誌, 13 : 323.

横川宗雄・辻 守康・荒木国興・野本智行, 1964b. 肺吸虫の終宿主体内における發育, 宮崎肺吸虫のラットおよび仔猫体内における發育について. 寄生虫誌, 13 : 549—550.

横川 定・森下 薫・横川宗雄, 1968. 人体寄生虫学提要・杏林書院, 東京.

吉田博一, 1969. 福岡県における食虫類とネズミ類の分布. 生物福岡, (9) : 1—6.

吉田哲夫, 1969. 宮崎肺吸虫の小動物への感染実験(Ⅱ). 寄生虫誌, 17 : 569—570.

吉田哲夫, 1970. 宮崎肺吸虫 *Paragonimus miyazakii* の実験小動物への感染実験, 特に宿主寄生虫関係について. 寄生虫誌, 19 : 76—91.

吉田幸雄・宮本正美, 1959. 大平肺吸虫 *Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939 の第1中間宿主ムシヤドリカワザンショウ *Assiminea parasitologica* Kuroda, 1958 (横川・小山等によるウスイロオカチグサ) に関する研究. 寄生虫誌, 8 : 122—129.

吉田幸雄・宮本正美, 1960. *Paragonimus ohirai* Miyazaki, 1939 (大平肺吸虫) の新第1中間宿主 *Assiminea yoshidayukioi* Kuroda, 1959 (ヨシダカワザンショウ) に関する研究. 寄生虫誌, 9 : 21—216.

吉村裕之・吉田哲夫, 1968. 宮崎肺吸虫の単数寄生に関する研究. 寄生虫誌, 17 : 569—570.

吉村堅太郎・熊田三由・遠藤卓郎, 1971. 佐渡肺吸虫の単数寄生に関する研究. 寄生虫誌, 20 : 265—266.

(昭和48年8月17日 受理)